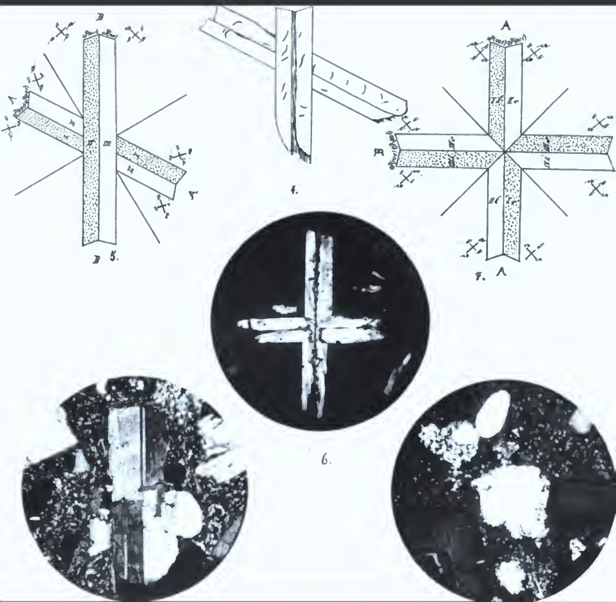


# Reisen in Süd-Amerika

Wilhelm Reiss, Alfons Stübel, Max Belowsky, Richard Herz, Ernst Elich, Adolf Klautzsch, Alfred Prentice Young



ÿK.

W. REISS UND A. STÜBEL: REISEN IN SÜD-AMERIKA

DAS

# HOCHGEBIRGE

DER

# REPUBLIK ECUADOR

I

## PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

### 1. WEST-CORDILLERE

BEARBEITET IM

MINERALOGISCH-PETROGRAPHISCHEN INSTITUT
DER UNIVERSITÄT BERLIN

MIT 7 TAFELN

BERLIN
VERLAG VON A. ASHER & CO.
1892—1898.

# VORWORT.

Die während eines fünfjährigen Aufenthaltes in dem Hochlande von Ecuador gemachten Gesteinssammlungen haben einen solchen Umfang erreicht, dass deren Bearbeitung die Kraft eines einzelnen Petrographen auf Jahre in Anspruch genommen hätte. Es konnte um so weniger gelingen, zur Lösung dieser Aufgabe einen Fachgelehrten zu gewinnen, als es sich zeigte, dass die vulkanischen Gesteine Ecuador's — und um diese handelte es sich im Wesentlichen — eine überraschende Gleichförmigkeit aufweisen. Und doch schien es wünschenswerth, das gesammte Material unter gemeinsamen Gesichtspunkten bearbeitet zu sehen.

Jahrzehnte lagen unsere Sammlungen unbenützt und nur der Freundschaft und dem lebhaften Interesse, welches Herr Geheimerath Klein jeder wissenschaftlichen Aufgabe, vor allem aber dem Fortschritt der Petrographie und der Erforschung petrographisch bisher unbekannter Gebiete entgegenbringt, verdanke ich es, dass die auf mühevollen Reisen gesammelten Gesteine eine streng wissenschaftliche Verwerthung gefunden haben. Herr Geheimerath Klein hat die grosse Güte, unter seiner Aufsicht und unter seiner Leitung, die einzelnen Theile der Sammlungen durch seine Schüler in dem mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin untersuchen und bearbeiten zu lassen: Schon konnte eine Reihe Abhandlungen der Oeffentlichkeit übergeben werden und weitere sind in Vorbereitung.

Es drängt mich Herrn Geheimerath Klein auch an dieser Stelle aufrichtigen und herzlichen Dank auszusprechen für die in so selbstloser Weise gewährte Hülfe, für die vielen Beweise freundschaftlicher Theilnahme, für die Opfer an Zeit und Arbeitskraft, durch die allein es möglich wurde, das Ziel zu erreichen, das bei Anlegung der Sammlungen uns vorgeschwebt hatte.

Der vorliegende Band umfasst die petrographischen Untersuchungen der Gesteine der Westcordillere Ecuador's, von der Nordgrenze der Republik bis zum Gebirgsknoten des Azuay. Der obere, verhältnissmässig leicht zugängliche Theil dieses Gebirgszuges wird fast ausschliesslich durch vulkanische Gesteine gebildet, deren Ausbruchsmassen einer älteren Gebirgskette aufgesetzt sind. Der kurze, nach dem interandinen Hochland von Ecuador sich senkende Ostabhang ist ganz von Laven und Tuffen bedeckt; auf dem höchsten Kamme der Cordillere ragen nur selten die älteren Gesteine durch die vulkanische Bedeckung hervor; man ist somit auf den Westabhang des grossen Gebirgszuges angewiesen, will man die Gesteine und Formationen kennen lernen, welchen die neueren Ausbruchsmassen aufgelagert sind. Da aber bieten sich der Beobachtung grosse, meist unüberwindliche Schwierigkeiten: Steigt man vom hohen Páramo gegen Westen hinab, so gelangt man bald in eine Waldregion, deren stets üppiger werdende Vegetation das anstehende Gestein fast ganz verhüllt. Nur in den Schluchten der tief eingegrabenen Bäche und Flüsse finden sich Felsparthien, aber auch diese sind an ihrer Oberfläche meist zersetzt und verwittert. Durch einen solchen Wald, an solchen Felshängen, kann man nicht gehen wohin man will, nur mit dem Messer in der Hand kann man sich mühsam einen Weg bahnen; man muss sich also, da auch künstliche Aufschlüsse gänzlich fehlen, auf das beschränken, was an den wenigen Saumpfaden, welche durch das Gebirge führen, erreichbar ist. Immer und immer wieder wird man darauf angewiesen sein, aus den Geröllen der Flüsse und Bäche Schlüsse auf den Bau des durchwanderten Gebirges zu ziehen, will man nicht ungemessene Zeit der Erforschung kleiner Distrikte widmen. Trägt man diesen Umständen Rechnung und bedenkt, dass die Untersuchung der vulkanischen Berge der Hauptzweck unserer Reise war, so wird man es begreiflich finden, dass vom petrographischen Standpunkt aus unsere Sammlungen in Bezug auf die älteren Gesteine Vieles zu wünschen übrig lassen.

Der von Ein Grad nördlicher Breite bis Ein Grad fünfzehn Minuten südlicher Breite sich erstreckende Gebirgszug wurde in fünf, allerdings ungleiche Abschnitte getheilt, deren jeder selbständige Bearbeitung fand: Ich spreche den Herren Dr. Max Belowsky, Dr. Richard Herz, Dr. Ernst Elich und Dr. Richard Klautzsch meinen wärmsten Dank aus für den Eifer und den gründlichen Fleiss, mit welchem sie sich der Lösung dieser Aufgabe gewidmet, nicht minder für das freundliche Entgegenkommen, welches sie im persönlichen Verkehr mir stets bewiesen haben.

Als Grundlage zum Studium der Gesteine diente die im petrographischen Institut aufgestellte, von mir der Berliner Universität übergebene Sammlung: Jedes einzelne Handstück konnte dort eingehend untersucht und geprüft werden. Mit den so gewonnenen Kenntnissen war es den genannten Herren leicht, die Ergänzungen zu suchen und zu finden, welche meine Privatsammlung und die in Dresden befindlichen Sammlungen des Herrn Dr. Stübel zu bieten vermochten.

Durch die Theilung der Arbeit nach geographisch gesonderten Abschnitten konnte geologisch Zusammengehöriges gemeinsam behandelt werden; da aber manche Gesteinsarten in nahezu allen Theilen der Westcordillere wiederkehren, oder gar, wie die Andesite und Dacite, in ziemlich gleichmässiger Ausbildung weit verbreitet auftreten, war eine Trennung des petrographisch Zusammengehörigen unvermeidlich. Ich habe versucht durch ein ausführliches Sach-Verzeichniss die Benützung des Werkes auch nach dieser Richtung zu erleichtern.

Im Texte sind die Angaben der unterwegs geschriebenen Etiquetten der einzelnen Handstücke ausgiebig benützt; da es aber oft schwierig ist, die richtige Schreibweise der zum Theil aus alten Indianersprachen stammenden Orts- und Bergnamen festzustellen, auch die unterwegs berechneten Höhen später durch Mittelwerthe aus mehreren Messungen häufig verbessert werden konnten, so sind trotz aller unserer Bemühungen doch einzelne Ungleichheiten stehen geblieben. Diese können durch die Angaben im Namen-Verzeichniss ausgeglichen werden: Das Namen-Verzeichniss ist also für die Orthographie der Namen, wie auch für die Höhenangaben massgebend.

Schliesslich sei es mir gestattet, auf die im vergangenen Jahre von Herrn Dr. Stübel veröffentlichte Karte der Republik Ecuador, als das beste Hülfsmittel zur Orientirung, hinzuweisen.

Könitz in Thüringen, September 1898.

**W. Reiss.**

# Inhalt.

DIE

# GESTEINE DER ECUATORIANISCHEN WEST-CORDILLERE

## VON TULCAN BIS ZU DEN ESCALERAS-BERGEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VON DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT DER FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

GENEHMIGT

UND NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN ÖFFENTLICH ZU VERTHEIDIGEN

AM 16. NOVEMBER 1892

VON

MAX BELOWSKY

AUS BERLIN

OPPONENTEN:

HERR FRITZ WAGNER, CAND. THEOL.
HERR PAUL SIEPERT, SCHULAMTSCANDIDAT.
HERR RICHARD HERZ, DR. PHIL.

BERLIN

DRUCK VON J. KERSKES

1892.



HARVARD UNIVERSITY,
CAMBRIDGE.
MASS.
Dept. of Mineralogy & Petrography.
1898 June 23

Vorliegende Arbeit, welche ich einer hohen philosophischen Facultät der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin als Inaugural-Dissertation einzureichen die Ehre habe, wurde von mir auf Veranlassung des Herrn Geheimen Bergraths Prof. Dr. C. Klein unternommen und im mineralogisch-petrographischen Institut hiesiger Universität ausgeführt.

Nach Beendigung meiner Arbeit sei es mir gestattet, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Bergrath Prof. Dr. C. Klein, für die wohlwollende Unterstützung, welche mir derselbe während meines mineralogischen Studiums und besonders bei der Ausführung dieser Arbeit zu Theil werden liess, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

In gleicher Weise danke ich dem Assistenten am mineralogisch-petrographischen Institut, Herrn Privatdocenten Dr. F. Rinne, für das Interesse, welches derselbe meinen mineralogischen Studien entgegenbrachte, sowie dafür, dass er mir bei der Anfertigung vorliegender Arbeit stets mit Rath nnd That zur Seite gestanden hat.

Auch den Herren Dr. W. Reiss und Dr. A. Stübel, den Forschern, welche die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Gesteine gesammelt haben, schulde ich grossen Dank. Beide haben mir in liebenswürdigster Bereitwilligkeit auf alle meine Anfragen Antwort ertheilt und mich überhaupt in jeder Weise bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit nnterstützt.

---

# Einleitung.

Die vorliegenden Untersuchungen betreffen einen Theil jener grossen Sammlungen von Gesteinen, welche die Herren Dr. W. Reiss und Dr. A. Stübel auf ihren Reisen in Süd-Amerika in den Jahren 1868—1878 zusammengestellt haben. Sie beziehen sich in erster Linie auf eine Suite derselben, welche die mineralogisch-petrographische Sammlung der hiesigen Universität als Geschenk erhalten hat. Der in Betracht kommende Theil dieser Suite umfasst ungefähr 150 Handstücke. Berücksichtigt wurden fernerhin die Privatsammlungen der oben genannten Herren, von denen die erste sich hier in Berlin, die zweite in Dresden befindet. Beide zusammen umfassen für den Andeszug von Tulcan bis zu den Escaleras-Bergen, d. h. für das hier in Betracht kommende Gebiet, 480 Gesteine, sodass im Ganzen ungefähr 630 Handstücke zur Beschreibung herangezogen werden konnten. Die mikroskopische Untersuchung wurde an 250 Dünnschliffen vorgenommen. Von der Gesteinsreihe der mineralogisch-petrographischen Sammlung der Universität sind von allen Gesteinen mit Ausnahme der Tuffe Dünnschliffe angefertigt worden, während aus den beiden Privatsammlungen etwa 100 Handstücke zu diesem Zwecke ausgewählt wurden.

Es schliessen sich die nachstehenden Untersuchungen an die des Herrn Dr. Küch[1]) an, welcher die von den Herren Dr. W. Reiss und Dr. A. Stübel gesammelten vulkanischen Gesteine der Republik Colombia in eingehender Weise bearbeitet hat.

Was die petrographische Litteratur unseres Gebietes anlangt, so sind mir keine Schriften bekannt geworden, in welchen Gesteine aus der hier in Betracht kommenden Gegend einer genaueren Untersuchung unterzogen worden wären.

---

[1]) W. Reiss und A. Stübel: Reisen in Süd-Amerika. Geologische Studien in der Republik Colombia I. Petrographie, 1. Die vulkanischen Gesteine bearbeitet von Richard Küch. Berlin 1892.

Der grösste Theil der Gesteine gehört den jungvulkanischen Bildnngen an. Die Gesteine der alten Formation sind nur in einigen wenigen Handstücken vertreten.

Die folgenden, von Herrn Dr. Reiss mitgetheilten Bemerkungen mögen einigen Anhalt geben zum Verständniss der topographischen und geologischen Verhältnisse der Gebiete, aus welchen die hier bearbeiteten Gesteinssammlungen stammen:

Das den südlichsten Theil der Republik Colombia bildende Hochland, auf welchem die Orte Sapuyes, Ipiales u. s. w. liegen, wird gegen Süden durch einen nicht sehr hohen, aber mächtigen Gebirgsstock abgeschlossen, über welchen die Heerstrasse, der Camino real, von Colombia nach Ecuador führt. Am Nordfusse dieses Gebirges verläuft der Rio Carchi, die Grenzscheide der beiden Republiken.

Das colombianische Hochland senkt sich, bei einer mittleren Höhe von ungefähr 2900 m, ganz unbedeutend nach dem Grenzflusse zu, und ganz allmählich steigt auch jenseits des Flusses das Land zum Städtchen Tulcan (2977 m) an. Dann aber erhebt sich rasch die ganze Gebirgsmasse zum Páramo de Boliche, dessen Passhöhe 3400 m erreicht. Der Camino real führt in einer flachen Einsenkung, die im Osten und Westen von höheren, aber wenig markirten Bergen begrenzt wird, gegen Süden. Im Westen liegt der Páramo del Anjel, ein wohl von vulkanischen Massen überdeckter Gebirgsrücken; im Osten verläuft die aus alten Gesteinen bestehende Ostcordillere, auf Villavicencio's Karte als Cordillere Pinampiro bezeichnet. Der Grund der Einsenkung hält sich in einer Höhe von etwa 2900 m, der Weg aber steigt zuletzt noch zu 3000 m an, so dass man ganz plötzlich und unerwartet am Rande einer der tiefsten und engsten Schluchten der Cordillere steht. Schroff abgeschnitten endet hier das Hochland von Puntal in einer über 1400 m hohen Wand, die in erschreckender Steilheit nach dem Grunde des Chota-Thales abfällt (1532 m). Um so überraschender wirkt der Anblick, als man, wie von hohem Balkone, über die etwa 500 m niedrigere Südwand der Schlucht hinweg, weithin das Becken von Ibarra überblickt, begrenzt von den schön geformten Bergen: Cotacachi, Mojanda und Imbabura.

Nur flüchtig haben wir den hier geschilderten Gebirgsstock von Tulcan bis zum Rio Chota durchzogen; wir sind nicht eingedrungen in die schwach bevölkerten und wenig zugänglichen Hochgebirge: unsere Sammlungen beschränken sich deshalb auf die wenigen Stücke, welche wir längs des Weges oder bei kurzen Abstechern erlangen konnten. Soviel ergiebt sich jedoch aus unseren Beobachtungen, dass hier eine tiefe Einsenkung in der Cordillere durch vulkanische Ausbruchsmassen erfüllt und wohl auch ein beträchtlicher Theil des höheren Gebirges überdeckt wurde. Auf der ganzen Strecke vom Rio Carchi bis zum Rio Chota stehen nur vulkanische Gesteine an, und der

ganze 1400 m hohe Absturz nach dem Chota-Thale besteht aus vulkanischen Gesteinen, unter welchen die hellen Tuffe stark vorherrschen. Nur vereinzelte Glimmerschieferblöcke in den Tuffen von Puntal weisen auf die Nähe der älteren Formationen hin; die Granit- und Gneissgerölle im Rio Chota gehören der Ostcordillere an, in welcher der Fluss seinen Ursprung nimmt. Schliesslich sei noch der beiden natürlichen Brücken gedacht, welche in diesem Gebiete vorkommen. Beide verdanken ihre Entstehung dem Sinterabsatz warmer Quellen; Rumichaea del Rio Carchi ist bekannt durch die merkwürdigen Schilderungen Karsten's, Rumichaea de Tuza, grossartiger in der ganzen Entwickelung, zeichnet sich durch die krystallinische Natur der Sinterbildung besonders aus.

Nach den kalten, öden Hochlanden, welche hier die Grenzgebiete der Republiken Colombia und Ecuador bilden, erscheint das Becken von Ibarra als ein freundliches, liebliches Land: Dörfer und Städtchen liegen auf weit ausgedehnten, vielfach der Baumwollkultur dienenden Landflächen in Höhen von 2200 bis 2600 m; Flüsse und Bäche durchschneiden das Gelände und schöne Seen bringen Abwechselung in das Bild. Auch die das Becken umschliessenden Gebirgszüge erscheinen in milderem Lichte; die Cordilleren sind niedriger und nur vereinzelt erheben schön geformte Vulkanberge sich zu bedeutenderen Höhen. Die Ostcordillere besteht auch hier aus alten krystallinischen Gesteinen; die Westcordillere dagegen ist fast völlig von neueren vulkanischen Ausbruchsmassen überdeckt, unter welchen nur am Piñan ältere Gesteine sichtbar werden.

Aus dem heissen, unbebauten, auf weite Strecken hin mit Heliotrop überwucherten Lande von Salinas (1639 m) erhebt sich die Westcordillere, vom Rio Chota in 1520 m Meereshöhe durchbrochen. Alte, der Diabasformation angehörige Gesteine treten hier auf. Sie sind bedeckt durch vulkanische Ausbruchsmassen, welche ein von den Gewässern bereits stark zerrissenes Gebirge bilden, den Piñan, dessen höchster Gipfel, der Yana-Urcu, 4556 m Höhe erreicht. Helle Dacite bilden den Hauptbestandtheil des Gebirges, während die dunkleren Pyroxen-Andesite nur in geringer Zahl vorkommen.

Durch einen 3776 m hohen Sattel steht der Piñan mit dem südlich sich anschliessenden Cotacachi in Verbindung. Hier herrschen die dunkeln Pyroxen-Andesite vor; die kieselsäurereichsten Glieder der Andesitreihe, die Dacite, treten dagegen nur spärlich auf. Der Cotacachi bildet ein auf breiter Basis aufgebautes Gebirge, dessen höchster Gipfel (4960 m) eine steile Felspyramide darstellt. Scharfe Schlacken- und Lavengrate ziehen durch die bis 4500 und 4600 m herabreichenden Schnee- und Eismassen. Das vulkanische Gebirge ist der Westcordillere etwas gegen Ost vorgelagert, sodass nur sein Westfuss den Kamm der älteren Cordillere bedeckt. Durch seine freie

Stellung kommt die Bildungsweise des schön geformten Berges von allen Seiten zur Geltung: es ist ein selbständiges, in sich abgeschlossenes Individuum, nicht ein Theil einer grösseren Gebirgskette. Radialgestellte, strebepfeilerartige Rücken vereinigen sich zu einem gewaltigen Unterbau, über welchem steil und schroff die eisbedeckte Gipfelpyramide anfragt. Ist letztere auch schon stark zerstört, schneiden auch schon tiefe Thäler in die Flanken des Gebirges ein, so stellt sich doch der Cotacachi als ein noch frisches vulkanisches Gebirge dar, dessen ursprüngliche Form durch die Erosion nur wenig verändert ist. Feste Lavenbänke mit Schlackenzwischenlagen herrschen am Fusse des Berges vor, mächtige Schlackenagglomerate treten in den höheren Theilen häufiger auf. Die von Nord nach Süd gestreckte Gestalt des Berges lässt erkennen, dass die Ausbrüche auf einer grösseren Fläche wirksam waren und nicht auf einen Punkt sich concentrirten.

Der Ort Cotacachi, in der Mulde von Ibarra am Fusse des Berges erbaut, liegt in 2435 m Meereshöhe; da nun die Gipfelfelsen 4960 m erreichen, so ergiebt sich für den Cotacachi eine Höhe von 2525 m, d. h. das hier vorliegende vulkanische Gebirge ist doppelt so hoch wie der Vesuv.

Bei dem grossen Erdbeben, welches im Jahre 1868 die Provinz Imbabura heimsuchte, richteten die vom Cotacachi ausgehenden Schlammströme grosse Verheerungen an. Aber diese Schlammströme verdanken nicht vulkanischen Ausbrüchen ihre Entstehung; es sind gewaltige Erdstürze, welche, durch die in den Tuffen und losen Schlackenschichten aufgesogenen Regen- und Schneewasser zu Schlammströmen umgewandelt, an den steilen Gehängen des Berges sich herabwälzten.

Ein niederer vulkanischer Gebirgsstock schliesst sich gegen Süden so unmittelbar den Abhängen des Cotacachi an, dass er als mit diesem zusammengehörig betrachtet werden muss. Den höchsten Punkt bildet der Cerro de los Morroches (3990 m), zu dessen Füssen der Kratersee Cuicocha sich ausdehnt. Steigt man aus dem Becken von Ibarra an den wenig steilen Berggehängen aufwärts, so gelangt man plötzlich an den Rand des grossen Kraterkessels, aus dessen See (3081 m) zwei kleine Lavainseln sich erheben. Rings ist der See von steilen Felsen umschlossen, deren Höhe an der niedrigsten Stelle nur 40 m beträgt, die aber an der Nordseite, woselbst der Kraterkessel in die Flanke des Cotacachi eingreift, 400 m erreichen. Pseudoparallele Laven-, Schlacken- und Tuffbänke sind in der Umwallung sichtbar und lassen den inneren Bau des Gebirges erkennen.

Weiter gegen Süden folgen nun vulkanische Gebirge, deren tiefe Thäler, steile Abstürze und schroffe Formen deutlich zeigen, dass sie schon lange Zeiträume den zerstörenden Einflüssen der Atmosphärilien und der Erosion verfallen sind. Es sind dies

die Berge von **Cambugan** oder **Muenala** (3579 m), **Sigsicungu** (3470 m) und **Chanehagran** (3735 m), welche wir hier unter dem gemeinschaftlichen Namen der **Escaleras-Berge** zusammengefasst haben: sie bilden ein Verbindungsglied zwischen der Westcordillere und dem das Ibarra-Hochland gegen Süd abschliessenden Mojanda. Ein Saumpfad führt über diese Berge, der seines schlechten Zustandes halber als Treppenweg (Escaleras) bezeichnet wird; von ihm leitet sich der hier gegebene Name her, der, wie auch die drei oben angeführten Namen, mehr oder minder willkürlich gewählt ist. Die Escaleras-Berge fallen gegen Süden steil ab nach dem Thale des **Rio Guaillabamba**, der hier, bei Perucho, das Gebirge durchbricht (1565 m), und führen so über zu den Bergen der Westcordillere der Provinz Pichincha.

---

## *II. Glimmerschiefer.*

Die Formation der Glimmerschiefer ist in mehreren Handstücken von den folgenden Fundpunkten vertreten:

Brücke des Rio Puntal nahe Rumichaca de Tuza (ca. 2800 m) am Wege von Tulcan nach Ibarra.

Brücke des Rio Chota am Wege von Tulcan nach Ibarra.

Linkes Gehänge des Rio Chota in der Höhe von den „las casas del Chota" genannten Häusern (1550 m) am Wege von Tulcan nach Ibarra.

Die Untersuchungen haben folgendes Resultat ergeben:

Das Handstück von der Chota-Brücke unterscheidet sich von den beiden andern durch seine helle Farbe. Es fehlt ihm die grosse Menge von Erz, welches die beiden andern Gesteine dunkel färbt. Es ist ein weissliches Gestein, dessen eine Seite durch Eisenhydroxyd gelblich gefärbt erscheint. Die Schieferungsflächen sind mit hellem Glimmer in reichlicher Menge bedeckt. Dunkler Glimmer tritt dagegen ganz bedeutend zurück. Die einzelnen Lagen sind bei dem in Rede stehenden Gestein verhältnissmässig dick, und fest mit einander verbunden.

An wesentlichen Mineralbestandtheilen ist nur Quarz und heller Glimmer zu erkennen. Der Quarz bildet ein feinkörniges Gemenge, während der Glimmer, der in dünnen Lagen angeordnet vorkommt, die Schieferung des Gesteins deutlicher hervortreten lässt. Mehr accessorisch, aber in ziemlicher Menge erscheinen kleine rothbraune Granatkrystalle von der Form $\infty 0$ (110).

Auch unter dem Mikroskop erweist sich als der Hauptgemengtheil der Quarz. Er bildet grössere Körner, deren Lücken durch kleinere Quarzindividuen ausgefüllt werden. In seinen übrigen Eigenschaften stimmt er mit dem Quarz der Gneisse vollständig überein. Auch hier sind reichlich Körner mit undulöser Auslöschung vorhanden. Als Einschlüsse sind Flüssigkeitstropfen, spitze Säulchen von Zirkon und heller Glimmer zu verzeichnen. Die Gelbfärbung des Quarzes lässt sich auch unter dem Mikroskop erkennen; besonders heben sich die Grenzen zwischen den Körnern durch diese Farbe ab, sodass der Schliff wie von einem Netz von gelben Schnüren durchzogen erscheint.

Der Glimmer stellt sich meist als heller, muscovitähnlicher dar. Nur hin und wieder ist ein grünlicher Farbenton an den Glimmerdurchschnitten zu erkennen.

Der Granat bildet lichtröthliche, durch ihr hohes Relief stark hervortretende Krystalle. Eisenerz ist in diesem Gestein selten. An einigen Stellen hat es sich in grösseren Mengen von rundlichen Körnern angehäuft.

Die von den beiden andern oben genannten Fundpunkten stammenden Handstücke sind dunkle Glimmerschiefer.

Das Gestein vom Rio Puntal nahe Rumichaca de Tuza, ein wohl aus den dort mächtig entwickelten Tuffen stammender Block, zeigt dünne Schieferungslagen, die sich leicht mit dem Messer von einander trennen lassen. Die dunkle Farbe wird durch grünlichgelbe Flecke unterbrochen. Die Schieferungsflächen erscheinen mit knotigem Gefüge infolge einer auf dem Querschnitt deutlich hervortretenden Flaserstructur.

Der Quarz, welcher die Hauptmasse des Gesteins ausmacht, bildet unregelmässige, rundliche oder langgestreckte Körner, die jeder krystallographischen Begrenzung entbehren. Undulöse und fleckige Auslöschung fehlen hier auch nicht. An Einschlüssen sind Blättchen von hellem Glimmer, Zirkon, Erz und viele Flüssigkeitströpfchen zu nennen.

Von den Glimmern ist ausschliesslich ein heller, muscovitähnlicher zu erwähnen. Er stellt sich in langen schmalen Durchschnitten dar. Frischer dunkler Glimmer fehlt vollständig. Hingegen deuten chloritische, oft mit Erz untermengte Massen auf seine einstige Gegenwart hin.

Das Eisenerz ist sehr reichlich vorhanden. Es bildet feine schwarze Körnchen, die sich zuweilen in grösseren Haufen angesammelt haben. Dichte grössere zusammenhängende Erzmassen sind verhältnissmässig selten.

Das dritte Handstück, von dem linken Gehänge des Rio Chota in der Höhe von „las casas del Chota", stellt ein grauschwarzes, wenig glänzendes Gestein mit Andeutung von Fältelung dar. Auf einer quer durch das Gestein hindurchgehenden Spalte hat sich Quarz ausgeschieden.

Unter dem Mikroskop erweist sich das Gestein als besonders aus einer feinkörnigen Grundmasse von Quarzkörnchen bestehend, aus welcher einzelne grössere Quarzindividuen hervorragen. Auch hier zeigt fleckige und undulöse Auslöschung die Veränderung durch äusseren Druck an. Von Einschlüssen sind besonders Flüssigkeitseinschlüsse zu erwähnen. Dieselben enthalten zuweilen Libellen, deren Beweglichkeit erkennbar ist.

Von den Glimmerarten kommt nur heller muscovitähnlicher Glimmer vor. Er bildet ganz kleine längliche Durchschnitte.

Auch der Turmalin ist in diesem Gestein vorhanden. Der Form nach bildet er kleine Säulchen und Körner. Sein Pleochroismus bewegt sich zwischen lichtröthlichen und blaugrauen Tönen.

Zu erwähnen ist, dass in diesem Schliff der Zirkon auch im Gesteinsgewebe, wenn auch sehr vereinzelt, vorkommt. Er bildet etwas längliche, abgerundete Krystalle.

Das Eisenerz ist auch hier wie im vorigen Handstück in reicher Menge vorhanden. Durch erzarme und erzreiche Schichten tritt die Schieferung des Gesteins deutlich hervor.

### *III. Diorit.*

Von dem Typus des Diorits, welcher in mehreren Handstücken vertreten ist, erwähne ich besonders ein Geröll von unbekannter Abstammung, welches im Rio Chota am Puente de Santa Rosa (1520 m) bei Salinas aufgelesen worden ist. Das Gestein kann seinem Fundorte nach sowohl aus der Ostcordillere, als aus den Piñan-Bergen stammen. Es zeigt noch einen ziemlich frischen Zustand und besteht aus einem grobkörnigen Gemenge von triklinem Feldspath, Quarz, Hornblende und Glimmer.

Der trikline Feldspath kommt in breiten Durchschnitten vor, von denen hin und wieder krystallographische Begrenzung, wie z. B. 0 P (001), $\infty P \breve{\infty}$ (010), $,P,\infty$ ($\bar{1}$01), 2 $,P,\overline{\infty}$ (201) zu erkennen waren. Er überwiegt an Quantität alle übrigen Gemengtheile. Die Individuen zeigen reichlich Zwillingslamellen nach dem Albit- und Periklingesetz. Erstere sind schon makroskopisch wahrnehmbar. Zonarstructur ist öfters deutlich zu erkennen. In einem der Dünnschliffe lässt sich ein Durchschnitt erkennen, der am Rande fast orientirt und im Innern im positiven Sinne auslöscht, woraus zu schliessen, dass der betreffende Feldspath reich an $SiO_2$ ist, also dem Albit oder Oligoklas angehört. Daneben sind aber auch basischere Feldspathe vorhanden, wie an den grösseren Auslöschungsschiefen zu erkennen ist. Häufig ist die Klarheit des Feldspathes durch ausgeschiedene Glimmerschüppchen getrübt, ein Zeichen, dass auch dieses Gestein der Verwitterung unterlegen ist.

Nur vereinzelt deuten Durchschnitte ohne Zwillingslamellirung auf die mögliche Gegenwart von Orthoklas hin.

Die Hornblende, welche als grüne schilfige vorkommt, ist, wie bereits makroskopisch zu erkennen ist, mit krystallographischen Begrenzungselementen versehen. Sie stellt sich als bis 1 cm lange und $^1/_2$ cm breite Säulen mit schöner prismatischer Spaltbarkeit dar. Häufig begegnet man Zwillingsbildung nach der vorderen Endfläche. Der Pleochroismus ist stark. Er wechselt zwischen saftiggrünen und gelblichgrünen Tönen. An Einschlüssen ist die Hornblende arm, abgesehen von einigen Erzkörnchen, die man hin und wieder in ihr findet. Umwandlungserscheinungen lassen sich an ihr nicht erkennen.

Umsomehr ist aber der Glimmer umgewandelt. Derselbe hat sich, wie man auch makroskopisch erkennen kann, oft auf den Spaltflächen der Hornblende

angesiedelt. Er bildet unregelmässig begrenzte Schuppen, deren Pleochroismus zwischen dunkelbraun und hellbraun wechselt. Seine Umwandlung erfolgt von den Blätterdurchgängen aus. Es entstehen dunkle chloritische Aggregate, auch farblose, hin und wieder auch grünliche Linsen von Epidot, die zwischen den auseinandergetriebenen Blättchen des Glimmers liegen.

Der Quarz füllt als letztes Ausscheidungsprodukt die Lücken zwischen den übrigen Gemengtheilen aus. Nicht selten findet man in ihm Flüssigkeiten mit beweglicher Libelle. Bemerkenswerth sind ferner Einschlüsse von bräunlich durchscheinenden sechsseitigen kleinen Blättchen, die man wohl für Titaneisen halten kann. Die meist zerhackte Form des Erzes deutet auf Titaneisen hin. Man findet zuweilen auch scharf begrenzte sechsseitige Durchschnitte.

Apatit ist bemerkenswertherweise nur vereinzelt, dann aber in grösseren Krystallen vorhanden. Er findet sich besonders als Einschluss im Erz und in der Hornblende.

Mitten in dem Handstück liegt eine feinkörnige Ausscheidung. Dieselbe besteht nach der mikroskopischen Untersuchung aus einem feinkörnigen Gemenge derselben Mineralien, welche die Zusammensetzung des Hauptgesteins bilden, nämlich aus Feldspath, grüner Hornblende, Quarz, Glimmer und Eisenerz. In Bezug auf ihre Einschlüsse und sonstigen Eigenschaften unterscheiden sich diese Mineralien nicht von ihren Genossen im Hauptgestein; erwähnen will ich, dass ich in dieser Schliere eine später bei den jungen Laven zu beschreibende Zwillingsbildung der Hornblende nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) in Form einer mitten durch das eine Individuum hindurchgehenden Lamelle beobachtet habe.

Als Anhang möchte ich bei den Dioriten ein Handstück besprechen, welches makroskopisch durchaus das Aussehen eines Diorites zeigt. Bei der mikroskopischen Betrachtung dagegen geräth man infolge der weniger deutlichen, häufig sogar gänzlich fehlenden Zwillingsstreifung des Feldspathes sehr in Zweifel, ob man das Gestein nicht besser zu den Hornblende-Graniten stellen soll. Dieses Gestein wurde an der Chota-Brücke, am Wege von Tulcan nach Ibarra aufgefunden.

Es zeigt eine gleichmässig kleinkörnige Structur und lässt makroskopisch nur Feldspath, Quarz und Hornblende erkennen.

Dieses äusserlich ganz frisch aussehende Gestein zeigt unter dem Mikroskop reichlich Verwitterungserscheinungen. Nur der Quarz hat noch ein frisches Aussehen.

Der Hauptbestandtheil ist der Feldspath. Er bildet breit leistenförmige und tafelförmige Durchschnitte. In seltenen Fällen sieht man Zwillingslamellen. Meistens ist er verwittert. Dadurch erhalten die Feldspathe ein trübes und milchiges Aussehen und es kann dann bei ihnen durch optische Untersuchungen ihr Charakter, ob Orthoklas

oder Plagioklas, nicht mehr festgestellt werden. Das Gestein braust aber beim Betupfen mit HCl deutlich auf. Es muss hiernach auch Plagioklas, aus dessen Zersetzung sich zum Theil kohlensaurer Kalk gebildet hat, im Gestein in nicht unbeträchtlicher Menge angenommen werden und dasselbe dürfte danach als ein **Quarzhornblende-Diorit** zu charakterisiren sein. Nur in den Verwachsungen mit Quarz nach Art der Granophyrstructur, die vielfach in dem Gestein vorhanden sind, ist der Feldspath noch frisch erhalten.

Der in diesem Gestein vorkommende **Amphibol** muss der gemeinen grünen Hornblende zugerechnet werden. Dieselbe bildet im Dünnschliff breite unregelmässig begrenzte Fetzen mit den charakteristischen Spaltrissen nach $\infty P (110)$. Nur an einzelnen Querschnitten konnte krystallographische Begrenzung in der Prismenzone durch $\infty P (110)$ und $\infty P \breve{\infty} (010)$ wahrgenommen werden. Zwillingsbildung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) ist nicht selten. Der Pleochroismus bewegt sich in gelblichgrünen und dunkelgrünen Tönen.

Die Hornblende ist nur zum kleinsten Theil noch frisch. Ihre Umwandlung ist in den verschiedenen Stadien zu beobachten. Es erfolgt zuerst eine Bleichung der Farbe und dann eine allmälige Umwandlung in Chlorit. Dabei verliert sich der Pleochroismus und die Polarisationstöne sinken bis zu einem Bläulichweiss herab. Hierbei sind auch radialstrahlige sphaerolitische Gebilde entstanden.

Der einzig frische Bestandtheil des Gesteins ist der **Quarz**. Er ist in reicher Menge vorhanden und bildet die Ausfüllung der Lücken zwischen den übrigen Gemengtheilen. Flüssigkeitseinschlüsse fehlen nicht. Sie verleihen dem Quarz mitunter ein trübes Aussehen. — Mitten durch den Dünnschliff geht eine Ader, die mit grossen unregelmässig begrenzten Quarzen ausgefüllt ist.

**Apatit** zeigt sich nicht allzu häufig. Aber die wenigen, in der Richtung der $c$-Axe gestreckten und quergegliederten Nadeln sind unverkennbar.

Auch der **Ilmenit** ist im Gestein in unregelmässigen Fetzen vorhanden. Er nimmt nicht weniger wie der Feldspath und die Hornblende an der Zersetzung Theil und wandelt sich in kleine Körnchen von Titanit um. Vielfach sind in den einzelnen Partien innen oder am Rande schmale Leisten von dunklem Erz erhalten geblieben. Auch ganz selbständig findet sich Titanit in grösserer Menge im Gestein verbreitet. Ich möchte aber glauben, dass auch diese Titanite aus der Zersetzung des Titaneisens hervorgegangen sind.

## *IV. Diabas.*

Der Typus der Diabase liegt in Handstücken vor, welche am Aufstieg vom **Rio Cariyaco** nach **El Balcon** in ca. 3000 m Höhe am Piñan von anstehendem

Gestein geschlagen wurden. Es ist ein schmutzig grünes, äusserst dichtes Gestein, welches makroskopisch keine Einsprenglinge erkennen lässt. Auf den Kluftflächen hat sich Epidot in hellgrünen Massen ausgeschieden. Von diesem Diabas liegt auch ein Handstück vor, welches einen prachtvollen grünen Harnisch zeigt.

Unter dem Mikroskop erweist sich das Gestein als ein typischer Diabas, der in seiner Hauptmasse aus Plagioklas und Augit besteht. Die Structur ist die divergentstrahligkörnige, d. h. der Feldspath besitzt im Dünnschliff ausgesprochene Leistenform und der Augit verbindet dieselben als Zwischenklemmungsmasse.

Der trikline Kalk-Natronfeldspath ist meist stark verwittert und hierdurch getrübt.

Der Augit, welcher dem Feldspath an Menge gleichsteht, ist als Zwischenklemmungsmasse ohne krystallographische Begrenzung. Recht häufig ist die Zwillingsbildung nach der vorderen Endfläche. An Interpositionen ist er arm. Nur hin und wieder sieht man einige Erzkörnchen eingeschlossen. Vielfach ist der Augit verwittert und es sind hierbei zuweilen runde sphaerolitisch gebaute chloritische Massen entstanden.

Erz ist selten und liegt nur in einigen unregelmässigen Körnern vor.

## *V. Diabasporphyrit.*

Die letzten hier zu beschreibenden Gesteine sind Diabasporphyrite, welche als Gerölle im Rio Cariyaco bei Hospital gefunden wurden; sie stammen von den Piñan-Bergen, deren Inneres durch den genannten Fluss erschlossen wird. Das grünliche, schlackige Gestein weist viele Kalkmandeln auf und erinnert durch seine Armuth an Einsprenglingen an die Spilite. Die Gestalt der Mandeln ist meist eine rundliche. An einzelnen Stellen des Handstückes nehmen sie eine in die Länge gezogene Form an.

Unter dem Mikroskop erkennt man in einer ursprünglich wohl glasigen, jetzt aber stark verwitterten Grundmasse viele hellgrüne Augitnadeln. Die Grundmasse tritt den Augiten gegenüber stark zurück, welche in ihr einen dichten grünen Filz bilden.

Die Mandeln sind mit Chlorit, Calcit, Zeolithen und Quarz angefüllt. Die Zeolithe füllen die Mandelräume entweder ganz aus, oder sie liegen an der Peripherie. Zuweilen bilden sie auch kleine Nester, die zwischen gekreuzten Nicols bläulich erscheinen und sphaerolitisch aufgebaut sind. Für die secundäre Natur des Quarzes der Mandeln spricht der Umstand, dass in einen solchen Hohlraum von der Peripherie aus Zeolithe hineinragen und die Mitte mit Quarz ausgefüllt ist.

# B. Junge Gesteine.

## *Allgemeine Uebersicht.*

Die von dem nördlichsten Theile der ecuatorianischen Westcordillere, also von dem Hochlande von Tulcan — Rio Chota, ferner von den Bergen Piñan, Cotacachi und Escaleras stammenden jungvulkanischen Gesteine gehören, soweit sich dies nach den vorliegenden Handstücken beurtheilen lässt, ausschliesslich dem Typus der Andesite beziehungsweise Dacite an. Für die Classification dieser Gesteine ist bei der nachstehenden Untersuchung nur die mineralogische Natur der Einsprenglinge in Betracht gezogen worden. Die Structur und die Grundmasse erschienen hierzu nicht verwendbar. Die für die Gesteine charakteristischen, in Einsprenglingsform vorkommenden Mineralien sind, abgesehen vom Feldspath und Quarz, Pyroxen, Amphibol und Biotit. Der letztere spielt eine mehr untergeordnete Rolle und ist fast immer mit dem Amphibol vergesellschaftet. Es sind deshalb auch hier die beiden Hauptgruppen der quarzfreien und quarzhaltigen Andesite, je nach dem Vorkommen der farbigen Silicate als Einsprenglinge, in solche mit Pyroxen und solche mit Amphibol eingetheilt. Ein verbindendes Glied zwischen diesen beiden Endgliedern bilden dann diejenigen Gesteine, welche Amphibol und Pyroxen als Einsprenglinge in ungefähr gleicher Menge enthalten. Auf diese Weise entstehen zwei Hauptabtheilungen mit je drei Gruppen, nämlich:

I. Quarzfreie Andesite oder eigentliche Andesite.
   1. Pyroxen-Andesite.
   2. Amphibol-Pyroxen-Andesite.
   3. Amphibol-Andesite.

II. Quarzhaltige Andesite oder Dacite.
   1. Pyroxen-Dacite.
   2. Amphibol-Pyroxen-Dacite.
   3. Amphibol-Dacite.

Es ist dies dieselbe Gliederung, welche neuerdings Dr. Küch[1]) bei der Eintheilung der von ihm untersuchten colombianischen Andesgesteine in Anwendung gebracht hat. Zu bemerken ist nur, dass mit dem Amphibol in der Regel ein biotitähnlicher Glimmer vergesellschaftet ist, sodass die dritte Gruppe der beiden Hauptabtheilungen besser den Namen:

---

[1]) R. Küch: l. c. (Colombiagesteine) pag. 18.

Amphibol-Biotit-Andesit und
Amphibol-Biotit-Dacit erhält.

Es ist ja allerdings richtig, dass dieses System ein künstliches ist und vom geologischen Standpunkte aus Schwierigkeiten darbietet. Es muss indess gesagt werden, dass diese specielle Eintheilung bei der grossen Fülle des Materials nöthig erschien, um überhaupt eine Uebersicht zu erhalten. Dazu kommt, dass diese Eintheilung, wenn auch nicht durchgehend, durch den äusseren Habitus der Gesteine gleichfalls begründet ist. Selbstverständlich finden überall Uebergänge statt, und man geräth vielfach in Schwierigkeiten, wohin das eine oder das andere Handstück zu stellen ist.

Zu den Daciten habe ich alle diejenigen Gesteine gestellt, welche Quarzeinsprenglinge, wenn auch nur in geringer Menge, enthalten. Die mikroskopische Betrachtung der Dacit-Dünnschliffe giebt zuweilen ein unsicheres Resultat, da die spröden Quarzkörner beim Schleifen gern herausfallen.

Gleich an dieser Stelle möchte ich die als Splitter und kleine Bruchstücke weit verbreiteten, unter dem Quichua-Namen „Ayacushqui" bekannten Obsidiane erwähnen, die nach den Angaben der Herren Dr. Reiss und Dr. Stübel von den Perlitlaven des Guamani in der Ost-Cordillere stammen. Vom Rande der Cuicocha am Cotacachi (3111 m) und von der Ebene von Salinas (1626 m) liegen solche Obsidiane vor. Sie stellen ein in dickeren Stücken schwärzlich aussehendes Glas mit muschligem Bruch dar. In dünneren Splittern und an den Kanten ist es vollständig durchsichtig. Einzelne Stücke sind mit feinen, in ihrer Menge wie Wolken erscheinenden Interpositionen angefüllt, die das Glas zuweilen ganz schwarz färben. An anderen Splittern sieht man dunkle Streifen das Glas durchziehen. Wie die mikroskopische Untersuchung ergiebt, bestehen diese Streifen aus einem Gemenge von kleinen Erzkörnchen und Augitsäulchen. Die letzteren, die vielfach Erzeinschlüsse enthalten, stellen sich meist als kleine Säulchen mit pyramidaler Zuspitzung dar. Hin und wieder schwellen die Enden der Kryställchen etwas an, und es erinnern diese kleinen Augite an die bekannten knochenförmig gestalteten Gebilde vieler Obsidiane. Feldspathe sind sehr selten vorhanden. Einmal wurde eine sphaerolithische Ausscheidung beobachtet.

Ich lasse nun eine nähere Charakteristik der einzelnen Gesteinsgruppen folgen, wobei ich die Reihenfolge innehalten werde, welche die oben erwähnte Eintheilung angiebt.

## *I. Andesit.*

Die Andesite sind, was ihre Verbreitung anbetrifft, diejenigen Gesteine, welche am meisten an dem petrographischen Aufbau der hier in Betracht kommenden Gebirge

theilnehmen. Sie bilden grosse zusammenhängende Massen, die sich durch das ganze hier in Rede stehende Gebiet hindurchziehen. Nach Handstücken gerechnet, übertreffen sie die Zahl der Dacite um das Fünffache. Von den drei Gruppen der Pyroxen-Andesite, Amphibol-Pyroxen-Andesite und Amphibol-Andesite ist die erste die grösste und die mittelste die kleinste; zwischen beiden die Mitte haltend, steht die Gruppe der Amphibol-Andesite. Die ungefähren Zahlenverhältnisse dieser drei Gruppen sind, in Procenten ausgedrückt, folgende:

| | |
|---|---|
| Pyroxen-Andesite: | 69,5% |
| Amphibol-Pyroxen-Andesite: | 10,5% |
| Amphibol-Andesite: | 20,0% |

### a. Pyroxen-Andesit.

Der Pyroxen-Andesit ist das bei weitem verbreitetste Gestein in dem nördlichen Theile der ecuatorianischen Westcordillere. Alle die hier in Betracht kommenden Berge, nämlich das Hochland von Tulcan-Rio Chota, der Piñan, der Cotacachi und die Escaleras-Berge, werden mit alleiniger Ausnahme des Piñan hauptsächlich von dieser Lava aufgebaut oder überdeckt. Es sind im Grossen und Ganzen schwärzlichgraue, der Farbe nach basaltähnlich aussehende Gesteine. Durch grösseres Vorherrschen des Feldspathes und Zurücktreten des Erzes werden sie heller und erreichen als äusserste Grenze ein weissliches Grau.

Der typische Pyroxen-Andesit zeigt in einer sehr verschiedenartig gestalteten Grundmasse viele Einsprenglinge von Plagioklas, Augit, Hypersthen und Eisenerz. Dazu tritt als accessorischer Gemengtheil nicht selten der Olivin. Letzterer kommt nur als Einsprengling, nie als Grundmassengemengtheil vor.

Der hervortretendste Gemengtheil ist der Plagioklas. Meistens bildet er kleine rundliche Individuen, die nur in seltenen Fällen bis zu 5 mm gross werden. Die glasklaren Krystalle vom Habitus des Mikrotins finden sich besonders in den dunklen Gesteinen. In der Regel ist der Plagioklas weisslich und durch Einschlüsse getrübt.

Der Pyroxen tritt bei der makroskopischen Betrachtung des Gesteins meist zurück, da seine dunkle Farbe ihn wenig aus dem gleichfalls dunklen Untergrunde hervortreten lässt. Seine Grössenverhältnisse sind folgende: die grössten Krystalle wurden in einem grauen Pyroxen-Andesit vom Rio Cariyaco bei der Hacienda del Hospital (Piñan) bis zu 10 mm gemessen. In der Regel bildet er aber kleinere grünlichschwarze Körner, die schwer von den mitunter accessorisch hinzutretenden Hornblenden zu unterscheiden sind.

Massgebend für die Farbe und Structur des Gesteins ist in erster Linie die Grundmasse. An Menge überwiegt sie die Einsprenglinge bei weitem. Je nach dem Vorhandensein oder Fehlen des Erzes und der Färbung des Glases ruft sie dunklere oder hellere Farben des Gesteins hervor. Mindestens bei der Hälfte der Gesteine bildet sie einen schwarzen Teig, in welchem die weissen Feldspathe eingebettet liegen. Seltener ist sie grünlich oder dunkelgrau.

Viel auffallendere Farben entstehen, wenn die Gesteine verwittern, bei welchem Vorgange in erster Linie die Grundmasse angegriffen wird. Die von der Aussenseite der Blöcke abgeschlagenen Handstücke zeigen in der Regel eine schöne Verwitterungsrinde. Meistens bewirkt die Verwitterung ein Ausbleichen des Gesteins, wie ein schwarzes Handstück von der Höhe des Weges am Páramo de Boliche (an dem durch das Hochland von Tulcan-Rio Chota führenden Wege) zeigt, das von einer weissen Rinde umgeben ist. Mit diesem Vorgange, bei welchem das Gestein zugleich eine poröse Structur annimmt, ist häufig ein Eindringen von eisenhaltigen Gewässern verbunden. Diese färben dann die Gesteine gelblich oder roth. Bei fortschreitender Verwitterung wird die Rinde immer breiter und zuletzt nimmt das ganze Gestein infolge des eingedrungenen Eisenoxyds eine gelbe oder rothe Farbe an. Die Färbung steigert sich von einem Blassrosa bis zu einem grellen Ziegelroth, wie es Handstücke vom Nord-Abhang des Cerro de los Morroches an der Cuicocha-Umwallung darbieten. Bemerkenswerth ist dabei, dass der Feldspath an dieser Färbung nicht theilnimmt. Infolge dessen entstehen häufig rothe Gesteine mit vielen weissen Flecken, welche Mannigfaltigkeit noch durch stark hervortretende schwärzliche Pyroxene vermehrt werden kann. Ein solches Gestein bildet die Lava von Tiocungo (San Francisco Loma, S.W.-Fuss der Gipfelpyramide des Cotacachi) und ein anderes aus dem Grunde des Hondon de Chumaví. Im Allgemeinen sind derartige Verwitterungserscheinungen bei den Pyroxen-Andesiten selten. Die rothgefärbten Stücke sind sehr vereinzelt.

Der Glanz der Gesteine ist durchgängig nicht hoch. Die meisten zeigen ein mattes Aussehen, zumal die porösen Handstücke. Nur die dichten Varietäten werden etwas glänzender und erreichen in einem dichten schwarzen Gestein am Wege von Tuza nach dem Rio Chota einen schönen Pechglanz, welcher von einem reichlich vorhandenen Glase herrührt. Diese glänzenden, dichten, glasigen Gesteine zeigen glatte Bruchflächen, die in einigen Fällen muschlige Formen annehmen. Bei den meisten Handstücken jedoch sind die Bruchflächen uneben.

Die Structur der Pyroxen-Andesite ist eine typisch porphyrische. Dieselbe ist an den dichten Varietäten am ausgeprägtesten, da aus der dichten schwarzen Grundmasse die hellen Einsprenglinge sehr scharf hervortreten. Aber die dichten Abarten sind meistens

einsprenglingsarm, und die sehr glasreiche Grundmasse bildet dann den Hauptbestandtheil der Gesteine. Bei der oben genannten Lava, dem dichtesten Gestein, welches sich unter den von mir untersuchten befindet, fehlen die Einsprenglinge fast gänzlich. Natürlich tritt hierdurch auch der porphyrische Charakter des Gesteins zurück.

Ein schroffer Gegensatz zwischen Grundmasse und Einsprenglingen ist nicht allzu häufig. Fast immer vermitteln Zwischengrössen den Uebergang von den Gemengtheilen der Grundmasse zu den Einsprenglingen. Die Gesteine erscheinen dann sehr einsprenglingsreich. Wenn dann noch diese Einsprenglinge sehr klein werden, so nehmen die Laven einen mehr körnigen Habitus an, wenigstens tritt die porphyrische Structur sehr zurück.

Was die Raumerfüllung anbetrifft, so finden wir unter den dunklen Varietäten, wie erwähnt, äusserst dichte Gesteine. Von diesen aus vermitteln poröse und schlackige Abarten den Uebergang zu den bimssteinartigen Bildungen. Ein typischer Pyroxen-Andesit-Bimsstein war jedoch nicht vorhanden.

Alle bisher erwähnten Gesteine sind in ihrer Masse, soweit diese in den Handstücken vorliegt, einheitlich ausgebildet. Im Gegensatz dazu stehen einige Handstücke, die stellenweise einen von der Hauptmasse des Stückes abweichenden Habitus zeigen. Sie gewinnen auf diese Weise ein geflecktes und gebändertes Aussehen. Wie bekannt, unterscheiden K. v. Fritsch und W. Reiss[1]) bei den auf diese Art ausgezeichneten Laven:

1) Pipernolaven (mit eutaxitischer Structur).

2) Agglomeratlaven, die durch Aufnahme fremder Gesteinsstücke entstanden sind.

Beide Arten sind unter den vorliegenden Gesteinen vertreten. Von der ersten Art sind als Pyroxen-Andesite zu erwähnen:

1) Block vom Derumho de Berebuela, N.N.O.-Seite des Cotacachi (2724 m), aus den Erdstürzen des Jahres 1868.

2) Weg vom Ort Cotacachi nach der Hacienda del Hospital.

Es sind dies porphyrisch ausgebildete, mit grossen Einsprenglingen versehene Gesteine, deren hellrothe Grundmasse von bläulich-grauen Flecken durchsetzt ist.

Agglomeratlaven, bei denen die meisten der umhüllten Gesteine zu den Pyroxen-Andesiten zu zählen sind, stammen aus einem Vorkommen vom Hochlande von Tulcan-Rio Chota (zwischen La Posta und El Tun, rechter Abhang des Rio Chota) und zwei Vorkommen des Cotacachi oberhalb Tiocungo (ca. 4500 m). Das eine Handstück von Tiocungo ist ein ziegelrothes schlackiges Gestein mit schwarzen Einschlüssen. Das zweite

[1]) K. v. Fritsch und W. Reiss: Geologische Beschreibung der Insel Tenerife. Winterthur 1868. p. 414—422.

derartige Gestein vom Cotacachi ist grauroth und zeigt schöne Feldspathe, die durch das Hauptgestein und die schwarzen Flecke gleichmässig vertheilt sind. Das dritte Gestein, welches von dem Hochlande von Tulcan-Rio Chota stammt, ist ein tuffähnliches Agglomerat, ein sogenannter „Schlackentuff“ mit typischen breccienartigen Einschlüssen.

Endlich bleibt noch übrig, an dieser Stelle einige secundär gebildete Mineralien zu erwähnen. Abgesehen von einem mit kleinen Kalkmandeln versehenen Gestein von der natürlichen Brücke von Rumichaca im Gebirge von Tuza, befindet sich unter den Laven der Escaleras-Berge ein dichtes schwarzes schlackiges Gestein mit vielen Blasenräumen, deren Wände mit einer grünlichgelben serpentinartigen Substanz ausgekleidet sind. Dieses Handstück stammt aus der Quebrada nahe Moraspamba (ca. 2300 m), am Weg von Perucho nach Escaleras. Unter dem Mikroskop zeigt sich die serpentinartige Substanz vielfach sphaerolithisch aufgebaut.

Im Gegensatz zu dieser Abscheidung von secundären Mineralien in Hohlräumen steht ein Agglomerat vom Cotacachi (N.W.-Seite der Schutthalde oberhalb Tiocungo, ca. 4500 m), welches auf der Oberfläche ganz mit Hyalitkugeln bedeckt ist. Dieselben sind auf der einen Seite des Handstückes durchsichtig wie Glas und auf der andern undurchsichtig weiss, so dass das Gestein wie mit Reif bedeckt erscheint. Die Hyalitkugeln zeigen, mit Balsam umhüllt, im parallelen polarisirten Lichte ein verschwommenes Interferenzkreuz. Die Doppelbrechung ist, wie die Betrachtung mit dem Gypsblättchen vom Roth I. Ordnung ergiebt, negativ.

### b. Amphibol-Pyroxen-Andesit.

Die Amphibol-Pyroxen-Andesite sind von den andesitischen Gesteinen in der geringsten Anzahl vertreten. Als solche Gesteine werden diejenigen Andesite bezeichnet, welche Pyroxen und Amphibol in ungefähr gleicher Menge enthalten. Sie stehen vermittelnd zwischen den Pyroxen-Andesiten und den Amphibol-Andesiten, durch das Zurücktreten des einen oder des andern Gemengtheiles bald zu den ersteren, bald zu den letzteren hinüberneigend.

Wenn ich von den wenigen Handstücken auf den Charakter dieser Gesteine schliessen darf, so fällt in erster Linie auf, dass die dunklen Farben hier mehr zurücktreten. Sie beschränken sich nur auf einige wenige Handstücke. Am meisten sind hellgraue und röthliche Gesteine vertreten. Auch zwei Handstücke mit ausgezeichneter Piperno-Structur sind vorhanden. Es sind dies graublaue Gesteine mit schönen rothen Bändern. Die Feldspath-Einsprenglinge werden hier grösser als bei den Pyroxen-Andesiten und treten klarer hervor. Die Pyroxene tragen denselben Habitus wie bei

der vorigen Gruppe. Wohl aber fällt bei den hier zu besprechenden Gesteinen unter den Einsprenglingen die Hornblende besonders auf. Die kleinen Säulchen mit ihren spiegelnden Spaltflächen treten selbst in den dunkleren Gesteinen deutlich hervor. Durch ihren lebhaften Glanz machen sie sich vor den andern Bestandtheilen derartig bemerkbar, dass man solche Gesteine ohne die mikroskopische Untersuchung für Amphibol-Andesite halten möchte.

Der Pyroxen tritt hier mehr zurück als bei den Pyroxen-Andesiten, wenn er auch an einigen Handstücken in schönen deutlichen Krystallen makroskopisch zu erkennen ist.

Die Grundmasse zeigt in der Mehrzahl der Fälle ein mattes Aussehen. Sie ist grau, schwärzlich und grünlich. Nur in einem Falle (Chanchagran, loses Stück aus dem Rio Cubi) erreicht sie einen schönen Pechglanz.

Die Gesteine sind meistens dicht ausgebildet. Eine bimssteinartige Abart ist auch in dieser Gruppe nicht zu finden gewesen.

### c. Amphibol-Andesit.

Die dritte Gruppe der Andesite bilden die pyroxenfreien Amphibol-Andesite. Ihre Anzahl beträgt ungefähr den dritten Theil der Pyroxen-Andesite. Sie sind also ein in dem untersuchten Gebiet sehr häufig vorkommendes Gestein. Die dunklen Farben treten hier fast gänzlich zurück. Es sind mehr hellgraue bis weissliche Gesteine von trachytischem Aussehen. Durch eisenhaltige Gewässer sind einige von ihnen roth gefärbt. Eine Lava von Cachimbiro (Piñan ca. 2700 m) zeigt eine 4 cm breite rothe Verwitterungsrinde, während das eigentliche Gestein hellgrau ist. Der Amphibol-Andesit bildet eine grössere Mannigfaltigkeit als der Pyroxen-Andesit bezüglich der Gemengtheile dar. Man findet bei ihm makroskopisch Plagioklas, Hornblende, Olivin und Glimmer. Das Erz tritt, wie auch schon die helle Farbe der Gesteine anzeigt, sehr zurück.

Der Plagioklas findet sich in grösseren Krystallen nur in einigen grauen, sehr frischen Gesteinen von mehr körnigem Habitus. Er bildet darin bis 5 mm grosse weisse Krystalle. In den dichteren Varietäten tritt der Feldspath sehr zurück. Dafür findet sich die Hornblende reichlich als Einsprengling ein. Dieselbe bildet gerade in den dichtesten Gesteinen die schönsten Krystalle, die sich von der hellgrauen bis grünlichen Grundmasse mit ihren spiegelnden Flächen sehr scharf abhoben. Die Krystalle werden aber auch so klein, dass sie nur schwärzliche Punkte auf hellem Untergrunde bilden. Neben dem Amphibol tritt in vielen Gesteinen der Glimmer auf, so dass diese Gesteine genauer als Amphibol-Biotit-Andesite bezeichnet werden müssen.

Der Glimmer bildet meist grössere, makroskopisch sofort in's Auge fallende Tafeln von rothbrauner oder schwärzlicher Farbe, die mitunter aber auch so hell werden, dass sie etwa die Farbe des Kupferkieses annehmen. Die Ausbildung dieser Farbe ist wohl als eine Verwitterungserscheinung aufzufassen. In einer etwa 20 Fuss mächtigen Lava des Cotacachi (O.-Umwallung des Hondon de Chumavi, nahe dem Eingang) treten ziemlich grosse grüne Olivine auf.

Der Amphibol-Andesit steht in sehr naher Beziehung zu dem Amphibol-Biotit-Dacit, zu welchem eine gelegentliche Quarzführung hinüberleitet. Man kann öfters schwanken, zu welcher von beiden Gruppen, Amphibol-Andesit oder Amphibol-Biotit-Dacit, man diese Gesteine stellen soll.

Der Quarz bildet kleine rundliche Körner von muschligem Bruch und schönem Fettglanz.

Ein höherer Glanz fehlt diesen Gesteinen vollständig. Alle erscheinen matt und trübe. Sonst bietet diese Gesteinsgruppe vielfache Uebergänge der verschiedensten Structurarten dar. Am meisten ist die porphyrische Structur vertreten. Wir haben dann eine gleichmässige grüne oder graue Grundmasse mit schönen Feldspath-, Hornblende- und Glimmer-Einsprenglingen. Durch Zurücktreten der Grundmasse nehmen die Gesteine oft einen mehr körnigen Habitus an. Die echt porphyrischen Gesteine sind auch die dichtesten und daher schwersten. Von ihnen aus finden sich Uebergänge bis zu den echten Bimssteinen, die sich allein in dieser Gruppe in grösserer Anzahl vorfinden.

Der Bimsstein ist weisslich und zeigt sehr schön die kleinen Hornblende-Säulchen. Es sind sehr leichte poröse Gesteine. Meistens sind die Poren sehr fein, so dass das Handstück einen fast compacten Eindruck macht. Nur in einem weissen Bimsstein-Geröll aus der Quebrada zwischen Tumbabiro und Rio Cachiyaco bei Injenio, N.O.-Seite des Piñan, werden die Poren bis 10 mm gross.

### *II. Dacit.*

Die Dacite machen in ihrer Zahl ungefähr den fünften Theil der Andesite aus. Es sind in der Hauptsache helle, ziemlich dichte Gesteine. Ihr Verbreitungsgebiet ist hauptsächlich die Umgegend des Yana-Urcu, der den Gipfel des Piñan bildet. Von dem Wege von Tulcan bis Ibarra und vom Cotacachi liegt je ein, von den Escaleras-Bergen liegen mehrere Handstücke vor. Wie die Andesite, so lassen sich auch die Dacite in drei Gruppen theilen, welche durch das gleichzeitige Auftreten oder das Vorherrschen von Pyroxen und Amphibol charakterisirt werden (siehe S. 16). Was die relative Häufigkeit der einzelnen Gruppen anbetrifft, so fehlen die Pyroxen-Dacite in diesem Vulcan-Gebiet

vollständig. Auch die Amphibol-Pyroxen-Dacite sind sehr selten. Es liegen davon nur wenige Handstücke von den Escaleras-Bergen vor. Der Haupttheil der hier zu beschreibenden Dacite fällt also in die Gruppe der Amphibol-Dacite, die, wenn irgendwo, so hier den Namen der Amphibol-Biotit-Dacite mit Recht verdienen. Denn nur in verschwindend wenigen Fällen ist in diesen Handstücken kein Glimmer zu entdecken gewesen.

### a. Amphibol-Pyroxen-Dacit.

In ihrem makroskopischen Aussehen nähern sich die Amphibol-Pyroxen-Dacite sehr den Pyroxen-Andesiten. Es sind dunkelgraue Gesteine mit einem ziemlichen Reichthum an Einsprenglingen. Der Feldspath bildet 0,5—5 mm grosse weisse Krystalle. Er sowohl wie die schwarzen, meist zersetzten Hornblenden fallen am meisten in's Auge. Der Quarz ist verhältnissmässig spärlich zu beobachten. Er bildet rundliche Körner oder Dihexaëder. Glimmer ist nur selten und zwar in wenigen sehr kleinen Blättchen vorhanden, also kaum zu rechnen. Dieser Umstand scheidet die Gruppe der Amphibol-Pyroxen-Dacite scharf von den Amphibol-Biotit-Daciten. Als accessorischer Gemengtheil ist noch der Olivin zu erwähnen, der in den Handstücken aus der Lava vom untersten Derumbo des Jahres 1868, rechte Seite des Perugache-Thales (2650 m), in reicher Menge vorhanden ist. Apatit fehlt anscheinend gänzlich. Die Grundmasse ist dunkelgrau und sehr dicht. Infolgedessen lassen diese Gesteine auch ihre porphyrische Structur deutlich in Erscheinung treten. Von den wenigen Handstücken, welche zu den Amphibol-Pyroxen-Daciten gehören, bildet das soeben genannte Gestein aus dem untersten Derumbo von der rechten Seite des Perugache-Thales (2650 m) ein sehr schönes Beispiel für die Piperno-Structur dar. Es ist dunkelgrau und wird von vielen schmalen rothen Streifen durchzogen. Dieses Handstück ist es auch, welches die Glimmerblättchen und den Olivin enthält.

### b. Amphibol-Biotit-Dacit.

Der Amphibol-Biotit-Dacit entspricht dem Amphibol-Biotit-Andesit der quarzfreien Gruppe. Auch bei ihm sind Uebergänge häufig, und zwar neigt er durch Zurücktreten des Quarzes zu den Amphibol-Biotit-Andesiten hin. Im Gegensatz zu den Amphibol-Pyroxen-Daciten herrschen hier die helleren Farben vor, mit Ausnahme von einigen in's Dunkelgraue übergehenden Handstücken. Es rührt dies daher, dass die Grundmasse meistentheils aus einem hellen Glase mit Feldspathmikrolithen besteht. Infolge secundärer Färbung durch Eisenhydroxyd ist sie vielfach röthlich oder gelblich gefärbt. Grelle ziegelrothe Farben, wie sie unter den Pyroxen-Andesiten zu finden

waren, fehlen hier. Die echt porphyrische Structur dieser Gesteine fällt sofort in's Auge, da die Grundmasse sehr compact ist. Solch ein dichtes Gestein ist das Gipfelgestein des Yana-Urcu, und dieses macht gerade den Hauptbestandtheil der Dacite aus.

Starker Glanz fehlt dieser Gesteinsgruppe vollständig. Es sind alles matte rauhe Gesteine. Als Einsprenglinge, die an Menge weit hinter der Grundmasse zurückstehen, sind besonders Feldspath, Quarz und Glimmer zu nennen. Der Feldspath übertrifft an Menge alle andern Gemengtheile. Seine Grösse steigt von kleinen, makroskopisch kaum sichtbaren Körnchen bis zu 10 mm grossen Krystallen von weisser Farbe. Der Quarz, der das charakteristische Kennzeichen für die Dacite ist, kommt makroskopisch immer nur vereinzelt in abgerundeten, 2—5 mm grossen Körnern vor. Manchmal ist er am Handstück gar nicht zu erkennen, während er im Schliff sofort in's Auge fällt, oder es findet das umgekehrte Verhältniss statt. Dihexaëdrische Formen sind ziemlich selten.

Sehr schön tritt aber in diesen Gesteinen der Glimmer hervor. Er bildet kleine Tafeln mit hexagonaler Begrenzung. Nur in einem Gestein (Chota-Brücke, Hochland von Tulcan-Rio Chota) zeigt er schönen Glanz auf den Spaltflächen. In fast allen andern Fällen ist er durch Verwitterung mehr oder weniger matt und trübe geworden. Bemerkenswertherweise fehlt auch in den Daciten der Apatit fast vollständig. Eine Ausnahme davon macht jedoch ein Gestein von dem Wege von Tulcan nach Ibarra; es ist dies überhaupt das einzige Gestein, in welchem der Apatit in grösserer Menge vorkommt.

## *Die einzelnen Bestandtheile der Andesite und Dacite.*

### Feldspath.

Der als Einsprengling in den untersuchten Andesiten bezw. Daciten vorkommende Feldspath gehört zur Gruppe der Kalk-Natron-Feldspathe. Aus den Auslöschungsschiefen ist zu ersehen, dass verschiedene Glieder der Albit-Anorthit-Reihe vertreten sind. In den meisten Fällen überwiegen die Krystalle mit grosser Auslöschungsschiefe. Eine Vertheilung der verschiedenen Mischungsglieder auf die Pyroxen- und Amphibol-Andesite, bei der, nach Rosenbusch[1]), die Reihe der Glieder vom Albit bis zum Labrador vorwiegend an die Glimmer- und Amphibol-Andesite, dagegen Labrador, Bytownit und Anorthit an die Pyroxen-Andesite gebunden sind, war bei den vorliegenden Gesteinen nicht sicher zu constatiren. Makroskopisch bildet

[1]) H. Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie. II. Aufl. 1887. Bd. II p. 653.

der Feldspath bis 8 mm grosse weisse Krystalle, die manchmal klar, meistens aber gelblich trübe erscheinen.

Die vielfach schwierig zu deutende äussere Form wird durch 0 P (001), $\infty P \breve{\infty}$ (010), $\infty{}'_{,}P$ $(1\bar{1}0)$, $\infty P'_{,}$ (110), ${}_{,}P_{,}\bar{\infty}$ $(\bar{1}01)$ und mehr untergeordnete Formen, wie $2\,{}_{,}P_{,}\bar{\infty}$ (201) u. a. hervorgerufen. Man vermag bezüglich der Erscheinungsart bei den grossen Einsprenglingen zwei verschiedene Typen zu unterscheiden, einen tafelförmigen und einen leistenförmigen, und zwar tritt der Feldspath besonders gern in der Leistenform auf, wenn in der Grundmasse das Glas gegenüer den Mikrolithen zurücktritt. Bei glasreichen Grundmassen dagegen nehmen die Feldspathdurchschnitte mehr eine breite tafelförmige Gestaltung an. Selbstverständlich sind zwischen diesen beiden Typen sehr viel Uebergänge möglich und auch hier vorhanden. Sind aber die Feldspathe nur klein, so herrscht in der Regel die Leistenform. Recht häufig verbinden sich mehrere Feldspathe mit einander. Zuweilen liegen Knäuel vor, welche aus drei und mehreren Krystallen bestehen. Die Verwachsungen scheinen hierbei unregelmässiger Art zu sein.

Bemerkenswerth sind die in einem Pyroxen-Andesit aus der Quebrada de Taliambú zwischen Tulcan und el Boliche vorhandenen Feldspathskelette. Dieselben haben Doppelstiefelknechtform, ähnlich den bekannten Olivinskeletten. Sie bilden 0,15 mm grosse Individuen. Die beiden an den schmalen Seiten befindlichen Einbuchtungen sind treppenförmig ausgezackt. Wie die beigegebene Abbildung (Fig. 1a, 1b) zeigt, tritt in den Skeletten eine deutliche Zonenstructur in Erscheinung. Bei einem Individuum zeigt die Feldspathsubstanz, welche die beiden Ausbuchtungen bildet, eine andere Auslöschung wie der übrige Theil des Skelettes, ein Umstand, der auf eine besondere Art von Schichtenbildung hinweist. Aehnliche Feldspathskelette wurden in einem Hornblende-Dacit (Derumbo de Peribuela) als Mikrolithen der Grundmasse gefunden.

Zwillingsbildungen sind bei den Feldspathen überaus häufig. Vielfach sind sie schon makroskopisch zu bemerken. Es liegt ihnen das Albit-, das Periklin- und das Karlsbader-Gesetz zu Grunde. Die beiden ersteren Gesetze treten häufig miteinander verbunden auf. Hin und wieder bestehen die Feldspathdurchschnitte aus zwei nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingten Theilen, von denen jeder wieder aus polysynthetischen Sammelindividuen nach dem Albit-, beziehungsweise auch Periklin-Gesetz gebildet ist. Durch verschiedene Länge und Form der Lamellen entstehen complicirte Gruppirungen. Manchmal sind die Lamellen sehr breit, in andren Fällen dagegen bilden sie nur feine schmale Linien.

In mehreren Pyroxen-Andesiten wurden nun ausser diesen Zwillingsbildungen noch einige sonderbare Durchwachsungen gefunden, denen sehr wahrscheinlich gleich-

falls eine Gesetzmässigkeit zu Grunde liegt. Es sind dabei Individuen, welche schon nach dem Albitgesetz verzwillingt sind, in regelmässiger Kreuzform durcheinandergewachsen. Die beiden verwachsenen Krystalle bilden dabei aber in ihren Durchschnitten sehr verschiedene Winkel bezüglich ihrer Längsrichtungen, ein Umstand, der wohl hauptsächlich den verschieden liegenden Schnittflächen zu verdanken ist. Es sind hierbei Winkel von

51° 60° 68° 71° 77° 86°

zu constatiren gewesen. Eine bestimmte Gesetzmässigkeit und die Grösse des normalen Winkels der Axen der beiden Individuen konnte jedoch nicht gefunden werden. Es erinnern diese Gebilde an die Verwachsungen nach dem Karlsbader Gesetz, welche Streng aus dem Dolerit von Londorf[1]) und v. Lasaulx am Cyclopit vom Aetna[2]) beschreiben. Eine sehr ähnliche Verwachsung hat Tschermak[3]) abgebildet. Ein vorzügliches Beispiel ist in Fig. 2 dargestellt worden. Es stammt aus einem Pyroxen-Andesit von der N.W.-Seite der grossen Schutthalde oberhalb Tiocungo, in 4600 m Höhe des Cotacachi. Die beiden Individuen schneiden sich in diesem Falle unter einem Winkel von 71° und jedes derselben ist nach dem Albitgesetz verzwillingt. Von zonarem Aufbau bemerkt man an ihnen hauptsächlich nur Kern und Rand. — Auch die Feldspathleisten der Grundmasse bilden oftmals schöne Durchkreuzungen, zumal wenn sie etwas länger werden. Dieselben sind besonders an den Stellen gut ausgebildet, an welchen die Glasmasse sich in grösserer Menge angehäuft hat.

Sehr verbreitet in den untersuchten Gesteinen ist die Zonarstructur des Feldspathes. Vollständig einheitlich aufgebaute Durchschnitte findet man sehr selten; die Grösse und Anzahl der Zonen ist indess eine sehr wechselnde. Während die Krystalle zuweilen nur wenige Zonen oder wohl gar nur Kern und Rand aufzuweisen haben, sind die Zonen in andern Fällen in so grosser Anzahl und Feinheit vertreten, dass bei einem Feldspath des Pyroxen-Andesites von Rio Cariyaco bei Hacienda del Hospital, aus dem Gebiet des Piñan, 120 derselben auf 1 mm gezählt wurden. Die Breite derselben ist von der Grösse des Krystalls vollständig unabhängig. In den meisten Fällen laufen die Zonen dem äusseren Rande parallel. Sehr oft sieht man aber auch, dass sie eine andere Form haben wie der äussere Rand des Krystalls. Dies mag wohl grösstentheils darauf beruhen, dass Kern und Rand des Feldspathes eine verschiedenartige Ausbildung erfahren haben. Solche Feldspathe liegen jedenfalls dann sicher vor, wenn die inneren Zonen

[1]) Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1888. Bd. II p. 189.
[2]) Zeitschrift für Krystallographie. 1881. Bd. V p. 329.
[3]) Tschermak: Mineralog.-petrogr. Mitth. 1887. Bd. VIII p. 414.

den äusseren vollständig entgegengesetzte Ausbuchtungen zeigen und der Kern abgerundet oder ausgezackt erscheint, während der Rand die vollkommene Form des Feldspathes hat. Jede Zone bedeutet eine Periode im Wachsthum des Krystalls. Bei einem Stillstehen des Wachsthums hat das feurigflüssige Magma den Kern wieder aufzulösen begonnen. Wurde der Krystall nun wieder an eine Stelle des Magmas gebracht, an welcher sich die Feldspathsubstanz in reichlicherem Maasse vorfand, so begann das Wachsthum von neuem, wobei der Krystall immer das Bestreben zeigte, die ursprüngliche Feldspathform wieder auszubilden. Von eigenthümlichem Aussehen sind hierher gehörige Erscheinungen, wie sie in Fig. 3 dargestellt sind. Die vorliegenden Verwachsungen gewähren im Durchschnitt das Ansehen, welches an die schriftgranitische Verwachsung von Quarz und Feldspath erinnert. Es liegt aber hier nur zweierlei Feldspathsubstanz vor, von denen sich die eine in die Unebenheiten der andern als Ausfüllung hineingelegt hat; ein tangentialer Schnitt durchschneidet beide Feldspatharten.

Die von den Feldspathen eingeschlossenen Substanzen sind sehr mannigfaltiger Art. Am häufigsten findet man Einschlüsse von Glas, Grundmasse, Pyroxen, Amphibol und Erz; seltener sind Feldspath, Apatit, Zirkon, Chlorit, Serpentin, Eisenglanz, Glimmer, Kalkspath und Luftporen.

Am wichtigsten für den Aufbau des Feldspathes sind die Glaseinschlüsse. Dieselben sind so häufig, dass man nur selten vollkommen klare Krystalle findet. Zuweilen sind die Durchschnitte so reichhaltig mit Glaseinschlüssen erfüllt, dass die Feldspathsubstanz nur einen spärlichen Kitt um letztere bildet. Was die Anordnung der Glastheilchen anbetrifft, so liegen dieselben entweder regellos, oder sie sind central angehäuft, oder — was am häufigsten vorkommt — zonar vertheilt. Die glasreichen Zonen findet man nicht nur im Innern der Krystalle, sondern auch der äusserste Randtheil kann eine solche Anreicherung von Glassubstanz aufweisen. Indess ist diese Erscheinung sehr selten; fast immer bleibt der äusserste Rand von Glaseinschlüssen frei, was auf ein ruhigeres Wachsthum zur Zeit der Bildung dieses Randes hinweist. Durch ein allmähliches Breiterwerden der Zonen werden Uebergänge zu den in ihrer ganzen Erstreckung mit Glaseinschlüssen erfüllten Durchschnitten gebildet. Der Unterschied ist indess zuweilen ein so strenger, dass ein völlig klarer Kern und eine dicht mit Glaseinschlüssen erfüllte Zone in scharfer Grenze aneinander stossen. Umgekehrt setzt sich der glaserfüllte Kern gegen den einschlussfreien Rand so scharf ab, dass die am Rande liegenden, nach innen zu ausgezackten Glassplitter nach dem freien Rande zu eine grade Linie bilden, wie es Fig. 4 zeigt. — Zuweilen ist zu bemerken, dass die Zonen der Glaseinschlüsse mit Vorliebe nur einer Seite parallel gehen. Es liegen dann z. B.

dieser Seite gleichlaufend mehrere breite Zonen vor, während den benachbarten Seiten nur eine schmale Zone parallel läuft (vergl. Fig. 5).

Die Grösse der Glaspartikelchen schwankt sehr. Manchmal bilden sie grosse ausgezackte Gestalten, während sie andrerseits so klein werden, dass die Feldspathsubstanz wie von feinen Staubpartikelchen grau gefärbt erscheint.

Das farbige Glas bildet meist ganz regellose ausgezackte Formen; hin und wieder trifft man rundliche Gebilde, die sogenannten „Glaseier", an. Regelmässige viereckige und sechseckige farblose Glaseinschlüsse waren am häufigsten in den Daciten zu beobachten.

Im Allgemeinen kann es wohl als Regel gelten, dass die Farbe des vom Feldspath umschlossenen Glases sich nach derjenigen der Gesteinsbasis richtet. Man findet indessen auch ganz farbloses Glas als Einschlüsse in Gesteinen mit brauner, und tiefbraunes Glas in Gesteinen mit farbloser Basis. Auch braune und farblose Glaseinschlüsse nebeneinander sind zu beobachten gewesen, besonders in einem Pyroxen-Andesit, anstehend am W.-Rand des Hondon de Perugache, etwas über Peñablanca, Abstieg von den Escaleras-Bergen nach Otavalo. Das farblose Glas bildet hier kleinere, aber zahlreichere Massen als das braune, welches sich nur in wenigen grösseren Fetzen bemerkbar macht. Das Gesteinsglas ausserhalb des Feldspathes war in diesen Fällen farblos.

Das Vorkommen des Pyroxens und Amphibols als Einschlüsse im Feldspath richtet sich nach dem Charakter der Gesteine insofern, als im Pyroxen-Andesit mehr der Pyroxen, im Amphibol-Andesit mehr der Amphibol sich als Einschluss im Feldspath findet. Eine genaue Bestimmung in Bezug auf den rhombischen oder monoklinen Charakter des Pyroxens, welche oft schon bei den Einsprenglingen sehr schwierig ist, war natürlich nur bei einigen grösseren Einschlüssen möglich. Man findet schöne Augitkrystalle mit den charakteristischen Spaltrissen und kleinen Einschlüssen von Erz und auch unregelmässige Körner, die vielfach wie Glas zonar im Feldspath angeordnet liegen. Bei den grossen Krystallen kann man zuweilen bemerken, wie die Feldspathsubstanz allmählich um den Krystall herumgewachsen ist und ihn bisweilen nahezu umschlossen hat, Fig. 6. In einem einzigen Falle konnte in einem Feldspath ein schönes baumförmiges Augitskelett beobachtet werden.

Von der Hornblende findet man braune und grüne eingeschlossen, je nachdem die eine oder die andere charakteristisch für das Gestein ist. Sie kommt in kleinen Körnern, grösseren hellbraunen Flecken und deutlichen Krystallen vor, die ganz die charakteristischen Merkmale der Hornblende, wie Spaltrisse, Pleochroismus, magmatischen Rand, Einschlüsse von Erztheilchen und Zwillingsbildung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) aufweisen.

Wie der Feldspath andere Körper einschliesst, so kann er anch Krystalle seiner eigenen Substanz in sich aufnehmen. Die letzteren zeigen mitunter dieselbe schöne Zonarstructur wie der Mutterkrystall.

Apatitnadeln sind als Einschlüsse im Feldspath in manchen Gesteinen in ziemlicher Menge vorhanden. Diese Nadeln werden schliesslich so fein, dass ihr Apatitcharakter schwierig zn erkennen ist.

Der Zirkon zeigt als Einschluss im Feldspath die gewöhnliche langprismatische Form mit pyramidaler Zuspitzung. Sein hohes Relief, seine lebhaften Polarisationstöne und die positive Doppelbrechung lassen ihn bald erkennen. Er ist jedoch nnr in 2 Gesteinen als Einschluss im Feldspath beobachtet worden, nämlich in einem Amphibol-Biotit-Andesit von der O.-Umwallnng des Hondon de Chumaví nahe dem Eingang (Cotacachi) und in einem Amphibol-Biotit-Dacit von der Chota-Brücke, am Weg von Tulcan nach Ibarra. — Ein Einschlnss von Glimmer im Feldspath kann dagegen nnr einmal als Beispiel angeführt werden (Pyroxen-Andesit aus der Quebrada vor dem Orte Puntal, Hochland von Tulcan-Rio Chota).

Ein sehr häufiger Gast in den Feldspäthen ist der Magnetit und das Brauneisen. Meistens hat sich das letztere auf Spaltrissen ausgeschieden. Aber anch zonar ist es in gelben und braunen Fetzen angeordnet; manchmal ist der Feldspath ganz mit ihm angefüllt. — Grüne chloritartige und serpentinartige Substanzen sind ebenso wie der Kalkspath als Verwitterungsprodukte der andern Gemengtheile im Feldspath zu finden. — Luftporen sind besonders in den wasserklaren Glaspartikelchen des Feldspathes beobachtet worden. Sie kommen aber anch für sich im Feldspath vor.

Die mechanischen Deformationen der Feldspathe beschränken sich meist auf Zerbrechung von Krystallen. Solche zerbrochenen Feldspathe sind fast in jedem Schliff anzutreffen.

Die Wirkungen des Magmas äussern sich fernerhin in einer corrodirenden Thätigkeit desselben. Die Feldspathkrystalle verlieren dadurch ihre scharfen Ecken und werden abgerundet. Einbuchtungen der Feldspatheinsprenglinge sind oft zu beobachten gewesen.

Bei den hier untersuchten Gesteinen ist wenig von Verwitterung zn bemerken, sodass auch der Feldspath meist einen ganz frischen Eindruck macht. In den wenigen Ausnahmefällen macht sich der Einfluss der Verwitterung in einer Umwandlung in Kalkspath beziehungsweise Kaolin bemerkbar. Dieselbe beginnt meist auf Sprüngen und verändert schliesslich den ganzen Krystall, sodass eine vollständige Umwandlungsspendomorphose entsteht. Die mit HCl betupften trübgelblich aussehenden Krystalle zeigen ein lebhaftes Aufbrausen. Unter dem Mikroskop sieht man den Kalkspath in seinen

hohen Farbentönen polarisiren. Neben dem Kalkspath hat sich etwas Quarz in unregelmässigen, undulös auslöschenden Fetzen ausgeschieden. Alle diese Erscheinungen sind besonders an einem Pyroxen-Andesit aus dem Rio Cubi (Weg von Perucho nach Escaleras) zu beobachten gewesen. — Die Kaolinisirung der Feldspathe beginnt meistens von aussen nach innen zu, den Spaltrissen folgend. Neben Krystallen mit in Kaolin verwandeltem Rande finden sich auch solche, die ganz und gar mit Kaolinschüppchen durchzogen sind.

Die von Küch an den Andesiten von Pasto[1]) und an andern colombianischen Gesteinen[2]) beschriebene Verkieselung der Feldspathe konnte an den vorliegenden Gesteinen nicht constatirt werden.

### Pyroxen.

Als zweitwichtigster porphyrischer Gemengtheil für die weitaus meisten vom Verfasser untersuchten Andesite findet sich der Pyroxen. Derselbe kommt in zwei Abarten vor, als monokliner und als rhombischer Augit. Bezüglich des letzteren lässt sich aus seiner oft zu bemerkenden Verwitterung unter Ausscheidung von Limonit wohl der Schluss ziehen, dass ein eisenreicher Angit, also ein Hypersthen vorliegt. Meistens kommen monokline und rhombische Augite zusammen vor, ohne dass es möglich gewesen wäre, das Vorherrschen des einen oder des andern aus dem Vorhandensein oder Fehlen eines andern Gemengtheiles herzuleiten. Meistens überwiegt der Augit. Es giebt aber auch Fälle, wo der Hypersthen den Angit an Menge übertrifft, oder beide in ungefähr gleichem Verhältniss vorhanden sind.

#### a. Monokliner Augit.

Der monokline Augit findet sich als Einsprengling in allen Pyroxen- und Amphibol-Pyroxen-Andesiten beziehungsweise Daciten der in Rede stehenden Gesteine. Meistens tritt er hinter den Feldspath zurück, zuweilen übertrifft er ihn aber auch an Menge. Wenn er aber auch als Einsprengling in manchen Fällen spärlich oder gar nicht vorhanden ist, so fehlt er als Grundmassengemengtheil bei den untersuchten Gesteinen (auch bei den Amphibol-Andesiten beziehungsweise Daciten) fast niemals.

Makroskopisch bilden die Augite dunkel- bis schwärzlichgrüne Krystalle. Im Dünnschliff liegt ihre Farbe zwischen wasserhellen, gelblichen und grünlichgelben Tönen.

[1]) R. Küch: Pyroxen-Andesit des Vulkans von Pasto im südlichen Colombia. Z. D. G. G. 1885. XXXVII. p. 811.

[2]) R. Küch: l. c. (Colombiagesteine) p. 31.

Der monokline Augit kommt als Einsprengling entweder in kleineren unregelmässigen Körnern oder in grossen schön begrenzten Krystallen vor. Man findet makroskopisch bis 7 mm grosse Krystalle; meistens ist er aber so klein, dass er für das blosse Auge nicht erkennbar ist. Die Körner liegen entweder durch das Gestein hin zerstreut oder in Haufen zusammen. Diese „Angitangen" stellen Concretionen dar. Die Krystalle bilden im Gegensatz zum Hyperstben öfters gedrungene Gestalten. Nicht selten kommt aber auch der monokline Augit mit prismatischem Habitus vor. In dem letzteren Falle sind die krystallographischen Umgrenzungselemente meist besser entwickelt als in dem ersteren. An Formen wurden beobachtet:

$\infty P\,(110),\ \infty P \grave{\infty}\,(010),\ \infty P \bar{\infty}\,(100),\ P\,(111).$

Sehr häufig findet man bei den Augiten Zwillingsbildung nach $\infty P \bar{\infty}\,(100)$. Die Zwillinge bestehen dann entweder aus zwei ungefähr gleich grossen Individuen, oder man bemerkt nur wenige, zuweilen selbst nur eine Zwillingslamelle in einem grösseren Augitkrystall eingeschaltet.

Eine besondere Abart des gewöhnlichen Zwillingsgesetzes nach $\infty P \bar{\infty}\,(100)$ liegt in einigen regelmässigen Verwachsungen vor, die in den Gesteinen vom unteren Ende des grossen Putujurá Derumbo bei el Topo bajo nahe dem Orte Cotacachi (ca. 2466 m), sowie an Stücken vom Páramo del Anjel auf dem Wege von Tuza nach dem Rio Chota beobachtet werden konnten. Wie die Figuren 7a und 7b darstellen, hat man es hier mit Durchkreuzungszwillingen zu thun. Der Durchschnitt, welchen Figur 7a erläutern soll, ist ein schiefer Schnitt durch einen solchen Zwilling, nähert sich indessen einem solchen nach $\infty P \grave{\infty}\,(010)$. Der Krystall besteht aus zwei sich durchkreuzenden Theilen, die in Zwillingsstellung nach $\infty P \bar{\infty}\,(100)$ zu einander stehen und sich durchdringen. Dies ist namentlich auf Schnitten nach dem seitlichen Pinakoid $\infty P \grave{\infty}\,(010)$ schön zu sehen.

Recht häufig tritt bei dem monoklinen Augit eine ausgesprochene Zonenstructur in Erscheinung, welche an die bei den Plagioklasen beschriebenen Verhältnisse erinnert. Die Anzahl der Zonen ist aber hier eine viel geringere als bei den Plagioklasen; es wurden derer im Maximum nur 10 in einem Krystall gezählt. Meistens bestehen die Krystalle nur aus Kern und Rand. Es wechseln dabei hellere und grünlichere Schichten miteinander ab.

Die prismatische Spaltbarkeit ist immer recht deutlich. Man sieht auf Längsschnitten parallel verlaufende Risse; auf Querschnitten schneiden sich dieselben unter einem Winkel von etwa 90°.

An Einschlüssen ist in den Angiten vor allem Glas zu beobachten gewesen. Dasselbe ist farblos oder bräunlich und führt vielfach Luftporen. Zuweilen ist es in langen spindel- oder schlauchförmigen Figuren parallel angeordnet. Oft ist der Augit-

krystall so von Glas durchsetzt, dass man die Augitfetzen nur durch ihre einheitliche Auslöschung als ein zusammengehöriges Ganzes zu erkennen vermag. Mehr untergeordnet findet man als Einschlüsse Theile von Grnndmasse, Lnftporen, Apatit, Calcit und einige kleine Feldspath-, Hornblende- nnd Eisenglanzkrystalle. Die letzteren erscheinen in orangerotheu, lebhaft polarisirenden Blättchen. — Selteu sind Augite vorhanden, welche frei von Magnetit sind, wie denn überhaupt der Magnetit sich gern in der Nähe von Pyroxenen ansiedelt. Er bildet als Einschluss im Augit meistens unregelmässige Körner; in einem Falle konnte er aber auch in der Form von schwarzen Nadeln beobachtet werden, die sich unter einem Winkel von ca. 60° schneideu. Für dasselbe Mineral halte ich auch die schon von Küch erwähnten[1]) schwarzen strichförmigen Interpositionen, weil hin und wieder zu bemerken ist, wie die grossen rundlichen Erzmassen in die strichförmigen auslaufen. Es hat sich hierbei das Erz auf feinen parallelen Rissen ausgeschiedeu (vergl. Figur 8). Sehr kleine staubförmige Interpositionen findet man zuweilen nur in dem Kern der Krystalle, welche Stellen infolge dessen durch eine starke Trübung sich von dem interpositionsfreien klaren Mantel abheben.

Auch der Augit hat vielfach mechanische nnd chemische Eingriffe erlitten. Durch heftige Strömungen im Magma ist er zerbrochen worden. Hat er sich äusserlich auch unversehrt erhalten, so zeigt doch fleckige und unregelmässige Anslöschung in einigen wenigen Fällen die innere Verschiebung der Theilchen an. Solche Durchschnitte sehen dann den bekannten undulös anslöscheudeu Quarzen recht ähnlich. — Chemische Corrosionen sind im allgemeinen selten. Hin und wieder wurden Einbuchtungen, auch in der Form des Wirthes, beobachtet.

Die secundäre Entstehung des Augites aus der Hornblende wird an späterer Stelle besprochen werden.

b. Hypersthen.

Die genaue Erkennung des rhombischen Genossen des Augits, des Hypersthens, macht nicht selten viel Schwierigkeiten. Seine Uebereinstimmnng mit dem Augit ist oft so gross, dass es unmöglich ist, ihn ohne chemische Analyse genau zu erkenneu. Es ist jedoch sicher, dass er in den untersuchten Gesteinen ein sehr häufiger Gast ist. Meistens ist er im Gegensatz zum Augit lang säulenförmig ausgebildet. Die Längsschnitte sind in der Mehrzahl der Fälle an beiden Enden abgerundet. Querschnitte zeigen die Pinakoide vorherrscheud und das Prisma $\infty$ P (110) zurücktretend. Die

[1]) R. Küch l. c. (Colombiagesteine) p. 95.

Polarisationstöne sind sehr niedrig. In ganz dünnen Schliffen zeigt der Hypersthen im parallelen polarisirten Licht ein mattes bläuliches Weiss. Hierzu kommt als weiteres Kennzeichen neben der orientirten Auslöschung der Pleochroismus, der in dickeren Schliffen sehr bedeutend werden kann. Unter der Annahme, dass die Polarisationsebene senkrecht auf der Schwingungsebene steht, ist der parallel *c* schwingende Strahl grünlich, die senkrecht dazu vibrirenden sind röthlichbraun. Am leichtesten unterscheidet man Augit und Hypersthen in Schnitten senkrecht zur *c*-Axe. Auf ihnen tritt beim Hypersthen eine Mittellinie, beim Augit eine Axe aus.

Oefters erschienen in den untersuchten Gesteinen Hypersthen-Zwillinge nach $P\breve{\infty}(011)$, wie sie zuerst Fr. Becke[1]) beschrieben hat. Nach seiner Angabe beträgt der Winkel zwischen den *c*-Axen der beiden Zwillingsindividuen ungefähr 61°. Besonders reich an solchen Zwillingen waren die Gesteine vom Abhang des Alto de Pucará (ca. 3122 m), rechtes Ufer des Chota (Hochland von Tulcan-Rio Chota), ferner vom Tuff zwischen La Posta und El Tuu (ca. 2400 m), rechtes Ufer des Chota (Hochland von Tulcan-Rio Chota) und von der Lava auf dem von Tiocungo zum Gipfel führenden Grate (El Cotacachi). Bei einzelnen Beispielen näherte sich der Winkel dem von Becke angegebenen, bei schieferen Schnitten aber wurde er kleiner resp. grösser. Es fanden sich solche Winkel von:

58°, 60° und 80°.

An Einschlüssen zeigt der Hypersthen wie der Augit Erzkörnchen, kleine Hornblendekrystalle und lange helle Nadeln, die als Apatit gedeutet werden konnten. Auch Augitkörnchen sind in ihm beobachtet worden. — Die prismatische Spaltbarkeit tritt beim Hypersthen zuweilen sehr zurück. Auf manchen Längsschnitten fehlen die Spaltrisse ganz und gar.

Bei der Untersuchung des Hypersthens sind nun fernerhin besonders eigenthümliche Gebilde aufgefallen. Dieselben bestehen aus einem Gemenge von Hypersthen, hin und wieder etwas monoklinem Augit und Erz, die sich concretionsartig angesammelt haben. Der Hypersthen bildet kleinere Körner, zwischen denen das Erz in strahlenförmiger, skelettartiger Weise angeordnet ist. Eine solche Skelettmasse weist bemerkenswerther Weise eine regelmässige Umgrenzung auf, wie Figur 9 zeigt. Seiner geringen Löslichkeit in H Cl wegen kann das Erz als ein titanhaltiges Magneteisen angesehen werden. An eine Entstehung des Erzes aus dem Hypersthen ist dabei wohl nicht zu denken, da diese Gebilde einen vollständig frischen Eindruck machen. Vielmehr sind sie als alte Ausscheidungen aus dem Magma aufzufassen. Dass sie in sehr früher Zeit

[1]) Tschermak's Mineralogische u. petrographische Mittheilungen 1886. Bd. VII p. 96.

entstanden sein müssen, dafür zeugen die Bestandtheile selbst, sowie auch der Umstand, dass die oben genannte, mit regelmässiger Umgrenzung versehene Ansammlung von Hypersthen und Erz mitten in einem grossen Hypersthen liegt. Da nun der Hypersthen als alter Bestandtheil der Gesteine aufzufassen ist, so muss jene noch älter sein als der sie umschliessende Krystall.

Die Verwandtschaft zwischen Augit und Hypersthen äussert sich neben vielen andern Eigenschaften auch in den häufigen Verwachsungen zwischen beiden. Dabei bildet der Augit entweder einen unregelmässigen Kranz von grossen Körnern um den Hypersthen herum, oder die beiden Mineralien sind gesetzmässig verwachsen. In dem letzteren Falle bildet der Augit Säume an den beiden Seiten des Hypersthens. Leider wurde in den mir zur Verfügung stehenden Schliffen kein unzweideutiges Beispiel gefunden, welches einen genaueren Schluss über die krystallographische Art der Verwachsung gestattet hätte. Meistens geht der Augitmantel nicht über die Pyramiden- und Domenflächen des Hypersthens hinweg. In einzelnen Fällen ist jedoch auch diese Art der Verwachsung beobachtet worden, sodass also dann der Hypersthen ganz von dem Augit eingehüllt wird (vergl. Fig. 7b bei a).

Der Umänderung durch Atmosphärilien unterliegen die Pyroxene, monokline sowohl wie rhombische, im Allgemeinen sehr wenig. Hingegen haben eisenhaltige Gewässer auch in ihnen vielfach Infiltrationsprodukte abgesetzt. Die Gewässer durchdringen das Gestein und setzen auf Rissen und Spalten braunrothes Eisenhydroxyd ab. Man kann beobachten, wie ein solcher Spalt von aussen eindringt und, immer schmaler werdend, in den grossen Krystallen von Feldspath, Augit und Hypersthen sich verästelt. Der ganze Feldspath ist mit Eisenhydroxyd angefüllt. Ebenso findet man dasselbe auch auf den Spalten der Pyroxene ausgeschieden. Von den Spalten greift es immer weiter um sich und erfüllt den Pyroxen allmählich vollständig. — Das Eisenerz dringt auch vom Rande aus ein. Es bildet sich zuerst um den Krystall ein dunkelbrauner, nach innen zu immer heller werdender Saum. Bei stärkerer Anhäufung der Infiltrationsmassen wird der äusserste Rand schwarz, und die Krystalle erscheinen bis in das Innerste hinein orangeroth gefärbt. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass der umrandete Krystall selbst in mehr oder minder bedeutender Weise Material für den ihn umhüllenden Saum hergegeben hat. Dieser schwarze Rand hat also, wie Küch[1]) betont, trotz der grossen Aehnlichkeit beider eine ganz andere Entstehung wie der magmatische Rand der Hornblende-Krystalle. Bei solchen Färbungen durch Eisenhydroxyd ist auch der zonare Bau der Pyroxene sehr schön zu erkennen. Im gewöhnlichen Licht sieht man

[1]) R. Küch l. c. (Colombiagesteine) p. 34.

die Zonen abwechselnd hell und gelblichbraun gefärbt. Alle diese mit Eisenhydroxyd durchtränkten Gesteine sind schon äusserlich an ihrer rothen Farbe zu erkennen. Die Augite der rothen Theile sind dann durch Eisenhydroxyde orangeroth gefärbt, während die in den dunklen Theilen des Gesteins liegenden Krystalle frisch und farblos sind.

**Amphibol.**

Die Hornblende kommt in bis 7 mm grossen Krystallen vor, die schon makroskopisch sehr schön die charakteristische Spaltbarkeit zeigen. Die mit Resorptionsrand versehenen Krystalle erscheinen als matte schwarze Flecke, die ohne scharfe Grenze in die umgebende Gesteinsmasse hinein verlaufen. — An Menge übertrifft die Hornblende den Feldspath nur in ganz wenigen Fällen; meistens steht sie weit hinter ihm zurück.

Es kommen verschiedene Arten von Hornblende in den untersuchten Gesteinen vor, die grüne und die braune, die sogenannte basaltische. Zwischen beiden steht vermittelnd eine bräunlichgrüne, die im Allgemeinen auch zu der basaltischen zu rechnen ist. Diese drei Arten der Hornblende unterscheiden sich nicht nur durch die verschiedene Farbe, sondern auch durch die verschiedene Auslöschungsschiefe zu den Spaltrissen, die bei der grünen bis zu 16° und 18°, bei der basaltischen bis zu 6° geht. In einem Falle wurde beobachtet, wie der Kern eines Krystalls aus brauner, der Rand aus bräunlichgrüner Hornblende bestand. In diesem Falle zeigte der Kern eine Auslöschungsschiefe von 11° zu den Spaltrissen, während diejenige der bräunlichgrünen Zonen 18° betrug. Im Uebrigen wurden bei der bräunlichgrünen Hornblende Auslöschungsschiefen zu 6°, 7° und 9° bestimmt, sodass also die bräunlichgrüne Hornblende in Bezug auf diese Eigenschaft im Allgemeinen zwischen der grünen und der typisch braunen steht. Verfasser ist der Ueberzeugung, dass die braune Hornblende vielfach aus der grünen und bräunlichgrünen durch secundäre Einwirkungen hervorgegangen ist. Den Beweis hiefür glaubt er durch Folgendes liefern zu können:

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass eisenoxydulhaltige Mineralien durch Glühen eine mehr oder minder ausgesprochene rothe Farbe annehmen und die Eigenschaft des Pleochroismus erlangen, beziehungsweise in verstärktem Maasse zeigen können. Schon lange kennt man, namentlich in ersterer Hinsicht, den Olivin; durch neuere Untersuchungen[1]) mit Rücksicht auf das pleochroitische Verhalten ist auch die Hornblende bekannt geworden.

---

[1]) Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie. II. Aufl. 1885. Bd. I p. 463. — C. Schneider: Zur Kenntniss basaltischer Hornblenden. Groth's Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie. 1891. Bd. XVIII p. 579.

Durch das Vorkommen sowohl von grüner als anch von brauner Hornblende in den untersnchten Andesiten und Daciten angeregt, stellte ich den Versuch an, durch Glühen grüne Hornblende in der bekannten Weise umzuändern, um das Ausgangsmaterial und das Glühprodukt vergleichen zu können. Ich fand, dass dnrch ein Glühen unter Zntritt der Luft die grüne Hornblende die Eigenschaften der basaltischen annahm.[1]) Während dieser Untersuchnngen erschien die Arbeit von C. Schneider: „Zur Kenntniss basaltischer Hornblenden".[2]) Derselbe stellt vermittelst chemischer Analysen fest, dass beim Glühen der basaltischen Hornblende unter Zufuhr von Wasserdampf das Eisenoxydul bis auf einen geringen Rest in Eisenoxyd übergeht. Dnrch das Glühen wurde das fein gepnlverte Mineral gelbbraun. Zu gleicher Zeit änderte sich anch die Anslöschnngsschiefe auf dem Prisma $\infty$ P (110). Wenn dieselbe vor dem Glühen z. B. bei der Hornblende des Laacher Sees $8^1/_2{}^\circ$ betrug, so ging sie durch das Glühen auf $0^\circ$ herunter. Der Pleochroismns dagegen stieg so sehr, dass die Hornblenden vom Laacher See den eisenoxydularmen Hornblenden von Böhmen nnd Ortenberg (Vogelsberg) vollständig gleich wnrden. Schneider hatte sich bei seinen Versnchen auf die dnnkle, sogenannte basaltische Hornblende beschränkt.

Ich hatte meine Versnche besonders in Bezug auf die grüne Hornblende angestellt. Infolge der relativen Seltenheit und geringen Grösse der grünen Hornblende-Krystalle in den ecuatorianischen Andesiten beziehungsweise Daciten benntzte ich znnächst die dunkelgrün bis schwarz aussehende gemeine Hornblende von Arendal, die mir in schönen Krystallen durch die Güte des Herrn Geheimen Bergrathes Prof. Dr. C. Klein zur Verfügung gestellt wurde. Zur weiteren Untersuchung wurden dann noch einige heller gefärbte Hornblenden, nämlich der Aktinolith vom Greiner (Zillerthal, Tirol), die gemeine Hornblende von Rnssel Co. (New-York) nnd der Tremolit von Campo longo (St. Gotthard), und endlich noch die grüne Hornblende in den Gesteinen des Cotacachi verwandt. Wenn die Krystalle nach bestimmten Flächen möglichst dünn geschliffen waren, so wurden sie mit einem mit Alkohol befenchteten Haarpinsel vom anhaftenden Balsam gereinigt und vom Objectträger losgelöst. Sodann wurde der Schliff in mehrere Theile zerlegt und einer davon in einem dünnen Platinschälchen über einem Bunsen'schen Brenner verschieden lange Zeit ($1/_4$—2 Stunden) stark geglüht. Wenn der Versuch gelingen sollte, so durfte der Schliff nicht gross sein; denn er musste, um die volle Hitze zu erhalten, dem Platinschälchen fest anliegen. Dabei ergab sich in erster Linie, dass langes Glühen vollständig unnöthig war. Eine halbe Stunde glühen über der vollen Flamme des Bunsen-Brenners genügte vollkommen, um das Krystallblättchen

[1]) Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1891. Bd. I p. 291.

[2]) Groth's Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie Bd. XVIII. 1891. p. 579—584.

umzuwandeln. Untersucht wurden die orientirten Schliffe nach $\infty P(110)$, $\infty P\breve{\infty}(010)$, $\infty P\bar{\infty}(100)$, sowie senkrecht zur $c$-Axe. Es wurden jedesmal ungeglühte und geglühte Theile ein und desselben Schliffes in Canada-Balsam eingelegt. Auf diese Weise konnten die durch das Glühen entstandenen Umänderungen am besten mit dem ursprünglichen Zustand verglichen werden.

Ich behandle zuerst die Umänderungen, welche die Hornblende von Arendal erlitten hat. Ihr Gehalt an Eisenoxydul beträgt nach der Analyse von Rammelsberg[1] 6,97% und derjenige an Eisenoxyd 14,48%. Das erste, was nach dem Glühen auffiel, war die vollständige Veränderung der Farbe. Die ursprünglich saftgrünen Blättchen waren dunkelbraun geworden. Nach den Versuchen von Schneider ist zu schliessen, dass auch hier eine chemische Umänderung der Art sich vollzogen hat, dass Eisenoxydulverbindungen in Oxydverbindungen übergegangen sind. Dabei ist es aber nicht zu einer Ausscheidung von Eisenoxyd gekommen, das Mineral ist vielmehr klar geblieben. Selbst mit starker Vergrösserung war es unmöglich, eine secundäre Bildung von Eisenoxydkörnchen wahrzunehmen.

Es ist nun fernerhin zu betonen, dass der Krystall nicht bloss seiner äusseren Farbe nach, sondern auch in seinen optischen Eigenschaften ein ganz anderer Körper geworden ist, der jetzt vollständig mit der braunen basaltischen Hornblende übereinstimmt. Das Auffallendste dabei ist die bereits bekannte Aenderung des Pleochroismus. Die grüne Hornblende von Arendal zeigt hierin folgende Umänderungen:

Die Schnitte nach $\infty P(110)$ waren vor dem Glühen lichtgrün, wenn die Spaltrisse mit der Polarisationsebene des unteren Nicols einen Winkel von 21° bildeten, und bläulichgrün, wenn sie senkrecht dazu, d. h. unter einem Winkel von 111° eingestellt waren. Nach dem Glühen war der Farbenton hellbraun, wenn die Spaltrisse zu der Polarisationsebene des unteren Nicols unter einem Winkel von $3\frac{1}{2}°$ standen, und senkrecht dazu, d. h. unter einem Winkel von $93\frac{1}{2}°$, dunkelbraun. — Derselbe Farbenwechsel zwischen lichtgrün und bläulichgrün beziehungsweise hellbraun und dunkelbraun trat bei einem Schliff nach $\infty P\bar{\infty}(100)$ ein, und zwar erschien der bläulichgrüne, beziehungsweise dunkelbraune Farbenton in beiden Fällen, wenn die Polarisationsebene des angewandten Nicols senkrecht auf den Spaltrissen des Minerals stand. — Ein Schliff nach $\infty P\breve{\infty}(010)$ erschien vor dem Glühen grüngelb, wenn die Spaltrisse zu der Polarisationsebene des unteren Nicols einen Winkel von $18\frac{1}{2}°$ bildeten, und in der dazu senkrechten, d. h. unter einem Winkel von $108\frac{1}{2}°$ geneigten Stellung, bläulichgrün. Nach dem Glühen waren die Durchschnitte in der Stellung, bei welcher die

[1]) Rammelsberg: Handbuch der Mineralchemie. 1875. Bd. II p. 416.

Polarisationsebene des unteren Nicols parallel der $c$-Axe verlief, hellgelblichgrün und in der dazu senkrechten fast ganz dunkel. — Auf Schnitten senkrecht zur Axe $c$ ist schon bei den ungeglühten Schliffen ein ausserordentlich starker Pleochroismus wahrzunehmen. Wenn man bei ihnen die Orientirung zu den Spaltrissen annimmt, so war vor dem Glühen der parallel der langen Diagonale der Rhomben polarisirte Strahl gelb und der parallel der kurzen polarisirte wurde fast gänzlich absorbirt. Nach dem Glühen lagen die Verhältnisse so, dass der parallel der kurzen Diagonale der Rhomben polarisirte Strahl ganz absorbirt wurde, während das Präparat hellbraun erschien, wenn die lange Diagonale der Rhomben der Polarisationsebene des unteren Nicols parallel stand.

Eine weitere Umänderung bestand in der bedeutenden Steigerung der Doppelbrechung. Am deutlichsten tritt diese Veränderung im convergenten polarisirten Licht zu Tage insofern, als die Interferenzcurven auf den verschiedenen Platten vermehrt erscheinen, wobei man aber nicht vergessen darf, die infolge der Lagenveränderung der Elasticitätsaxen eingetretene Verschiebung des Interferenzcurvensystems mit in Betracht zu ziehen.

Schliesslich ist bei der Beobachtung im parallelen Licht eine Veränderung in der Lage der Elasticitätsaxen infolge des Glühens eingetreten, die sich durch das ganz bedeutende Sinken der Auslöschungsschiefen kennzeichnet.

Bei den Schliffen nach $\infty P(110)$ sank die Auslöschungsschiefe

1) von 21° auf $3^1/_2$°
2) „ 17° „ 3°
3) „ 20° „ $^1/_2$°

im Mittel also von 19,3° auf 2,3°, also um 17°. Ein Schliff nach $\infty P\bar{\infty}(100)$ zeigte infolge des Glühens natürlich keine Veränderungen in den Auslöschungsrichtungen, da ja die Hornblende wie alle monoklinen Mineralien auf diesem Schliff orientirt zur Richtung der Axe $c$ auslöscht.

Auf einem Schliff nach $\infty P\breve{\infty}(010)$ ging die Schiefe von $18^1/_2$° vor dem Glühen durch dasselbe auf 0° herunter; der Schliff nach $\infty P\breve{\infty}(010)$ löschte also nach dem Glühen orientirt aus.

Aus diesen Resultaten ist zu ersehen, dass infolge des Glühens die Lage der Mittellinien eine ganz andere geworden ist. Wie bekannt, liegen bei den Amphibolen die optischen Axen in der Symmetrieebene. Die Elasticitätsaxe $c$ liegt in dem spitzen Winkel $\beta$ und ist gegen die Verticalaxe unter einem verschiedenen Winkel geneigt. Bei der Arendaler Hornblende beträgt dieser Winkel 19°. Bei der ungeglühten Hornblende tritt auf dem vorderen Pinakoid $\infty P\bar{\infty}(100)$ eine Axe in der Spur der Symmetrieebene und zur Flächennormale geneigt aus. — Wenn man nun einen solchen Schliff nach

$\infty P \bar{\infty}$ (100) stark glüht und denselben im convergenten polarisirten Licht untersucht, so sieht man nicht mehr eine Axe, sondern das centrische Interferenzbild um die negative Mittellinie austreten. Dies erhellt aus dem Vergleich der Fig. 10a (ungeglüht) und 10b (geglüht). Es ergiebt sich danach folgendes Schema: Wie der Schliff nach dem seitlichen Pinakoid $\infty P \breve{\infty}$ (010), auf welchem die Auslöschung orientirt geworden ist, zeigt, fällt jetzt die krystallographische $c$-Axe mit der Axe der kleinsten Elasticität $c$ zusammen. Die Axe $a$ steht also jetzt auf dem vorderen Pinakoid $\infty P \bar{\infty}$ (100) senkrecht (vergl. Figur 10b). Im convergenten Licht sieht man eine dementsprechende Erscheinung.

Zum Schluss blieb mir nun noch übrig, zu untersuchen, ob durch das Glühen der Axenwinkel eine Veränderung erlitten hatte. Zu diesem Behufe wurde ein Schliff senkrecht zur ersten Mittellinie angefertigt und der Winkel zu messen versucht. Indess erwies sich das Präparat zur genauen Messung nicht geeignet, da infolge der schwachen Doppelbrechung und der Dünne des Präparates die Hyperbeläste für eine sichere Messung viel zu verwaschen erschienen. Dickere Präparate sind wegen der starken Eigenfarbe der grünen Hornblende nicht zur Beobachtung im convergenten Lichte verwendbar.

Aus den Gesteinen des Cotacachi und Piñan wurden auch einige Prismenschliffe von der daselbst vorkommenden grünen Hornblende angefertigt. Das erste dazu benutzte Handstück war ein Amphibol-Andesit vom Rio Pizambizí bei Cotacachi und das zweite ein ebensolches Gestein aus der Gegend zwischen Tumbabiro und Rio Cariyaco bei Ingenio (Piñan). Die Veränderungen, welche bei der hier vorkommenden grünen Hornblende durch das Glühen hervorgerufen wurden, waren dieselben wie bei der Arendaler Hornblende. Mit der Aenderung der Farbe, die vom Grün in's Dunkelbraun überging, war eine entsprechende Aenderung in dem Pleochroismus eingetreten. Bei der kaum merklich pleochroitischen Hornblende von Rio Pizambizí bei Cotacachi schwankten die Farben vor dem Glühen zwischen gelblich- und dunkelgrün. Nach dem Glühen war der Schliff rothbraun, wenn die Spaltrisse 3° gegen die Polarisationsebene des unteren Nicols geneigt waren, und dunkelbraun bei einem Winkel von 93°. Bei der Hornblende aus der Gegend zwischen Tumbabiro und Rio Cariyaco bei Ingenio (Piñan) bewegte sich der Pleochroismus vor dem Glühen in heller- und dunklerbräunlichgrünen, und nach dem Glühen in hell- und dunkelbraunen Tönen, je nachdem die Spaltrisse der Polarisationsebene des unteren Nicols parallel oder senkrecht dazu standen. — Auch die Doppelbrechung war merklich gestiegen. — Die Schiefe der Auslöschung sank bei der Hornblende aus dem ersten Gestein

1) von 8° auf 3°
2) „ 15½° „ fast 0°

im Mittel also von $11^3/_1{}^\circ$ auf $1^1/_2{}^\circ$, also um $10^1/_4{}^\circ$, bei der aus dem zweiten Gestein

von 4° bis fast auf 0°.

Die letztere Hornblende, die sich durch ihre bräunlichgrüne Farbe und ihre geringe Auslöschungsschiefe schon als basaltische zu erkennen giebt, liess auch noch diese geringe Schiefe weiter heruntersinken.

Um nun einen erneuten Beweis zu liefern, dass die infolge des Glühens eintretenden Veränderungen der Hornblende von ihrem Gehalt an Eisenoxydul abhängig sind, wurden fernerhin die nämlichen Glühversuche an eisenoxydularmen Hornblenden und zwar am Aktinolith von Greiner (Zillerthal), an der gemeinen Hornblende von Russel Co. (New York) und am Tremolit von Campo longo (St. Gotthard) ausgeführt. Von allen wurden orientirte Schliffe nach dem Prisma $\infty$ P (110) angefertigt.

Der bekannte Aktinolith aus dem Zillerthal in Tirol bildet lange in der Richtung der $c$-Achse gestreckte Krystalle von dunkelgrünem Ansehen. Im Dünnschliff zeigte er ein hellbläuliches Weiss ohne jeden Pleochroismus. Sein Gehalt an Eisenoxydul beträgt nach der Analyse von Rammelsberg 6,25%.[1] Durch das Glühen wurde er jedoch deutlich braun und nahm einen starken Pleochroismus an, dessen Farbe sich in gelblichen und hellbraunen Tönen bewegte, je nachdem die Richtung der Axe $c$ der Polarisationsebene des unteren Nicols angenähert parallel oder senkrecht dazu stand. Auch die Auslöschungsschiefe wurde eine ganz andere; sie sank von 14° auf 2° herab. Die Doppelbrechung dagegen stieg ganz bedeutend: die Zahl der Interferenzcurven im convergenten Licht vermehrte sich auffallend.

Weniger stark waren die Veränderungen, welche die gemeine Hornblende von Russel Co. im Staate New-York durch das Glühen erfuhr. Die gelblichgrünen Krystalle sind im Dünnschliff vollständig farblos und zeigen keinen merklichen Pleochroismus. Durch das Glühen wurden sie indess dunkelgelb und erhielten deutlichen Pleochroismus. Der letztere schwankte zwischen hellgelb und dunkelgelb. Die Auslöschungsschiefe, die vor dem Glühen 13° betrug, wurde durch dasselbe nicht merklich geändert. Ebenso war die Doppelbrechung anscheinend dieselbe geblieben.

Bei der weissen Hornblende, dem Tremolit, von Campo longo am St. Gotthard endlich, der eisenärmsten, mit einem Gehalt an Eisenoxydul von nur 0,50%,[2] vermochte selbst ein zwei Stunden lang fortgesetztes Glühen keine Einwirkung hervorzubringen. Die Blättchen blieben nach wie vor farblos; ebenso waren die Auslöschungsschiefe von

[1] Pogg. Ann. 1856. 103, 296

[2] Pogg. Ann. 1858. 103, 295.

12° und die Stärke der Doppelbrechung vollständig dieselben geblieben. Von Pleochroismus war nichts zu bemerken.

Wenn wir nun die erhaltenen Resultate zusammenfassen, so ergiebt sich: Die gemeine grüne Hornblende wird durch Erhitzung in die braune basaltische übergeführt. Dabei ändern sich nicht bloss die Farbe, sondern auch alle ihre optischen Eigenschaften. Der Pleochroismus und die Doppelbrechung werden bedeutend stärker, während die Auslöschungsschiefe von ungefähr 20° auf 0° herabsinkt. Dabei ändert sich die Lage der Mittellinien dahin, dass bei der ungeglühten Hornblende auf dem vorderen Pinakoid $\infty P \bar{\infty}$ (100) eine Axe, bei der geglühten eine Mittellinie austritt. Abhängig ist diese Veränderung von dem Gehalt an Eisenoxydul.

Um nun auch die Hornblenden im Gestein selbst zu untersuchen, habe ich mehrere Dünnschliffe von Gesteinen mit grüner Hornblende geglüht, und zwar aus folgenden Gesteinen:

Amphibol-Andesit: Ingenio nach Cachimbiro; warme Quelle. Piñan.
Amphibol-Pyroxen-Andesit: Chanchagran aus dem Rio Cubi. Escaleras-Berge.
Amphibol-Andesit: N.-Rand der Cuicocha-Umwallung. Zw. Cerro de los Morroches und Hondon de Chumaví. Cotacachi.
Amphibol-Andesit: S.-Rand der Cuicocha-Umwallung. Cotacachi.
Amphibol-Andesit: Grund des Hondon de Chumaví. Cotacachi.
Amphibol-Andesit: Puente del Allyaco. Zw. Ingenio und Cachimbiro. El Piñan.

Der Erfolg des Glühens war, dass alle grünen Hornblenden rothbraun wurden und zwar derartig, dass sie gar nicht von den braunen Hornblenden der Gesteine zu unterscheiden waren.

Aber nicht nur die grünen Hornblenden änderten sich, sondern auch die Grundmasse nahm eine lichtröthliche Farbe an. Der ganze Schliff wurde infolge dessen gelblichroth, wie man dies oft an den nicht künstlich erhitzten Gesteinen wahrnimmt. Beim Glühen von ganzen Stücken derselben Gesteine, welche im Schliff gelblich wurden, konnte jedoch keine Veränderung wahrgenommen werden.

Es scheint mir in Anbetracht des Obigen der Schluss erlaubt, dass vielfach die braune Hornblende der untersuchten Gesteine aus der grünen durch eine Hitzewirkung, bei welcher eine Oxydation möglich war, hervorgegangen ist. — Ein weiterer Umstand spricht für diese Annahme. Es findet sich der sogleich zu besprechende Resorptionsrand ganz besonders bei der braunen Hornblende, während derselbe bei der grünen entweder ganz fehlt, oder nur in sehr wenig ausgesprochener Weise vorhanden ist. Der Resorptionsrand deutet auf eine secundäre Einwirkung auf die Hornblende hin, wie sie im

Obigen für das Zustandekommen der braunen Hornblende überhaupt angenommen wurde. Das Zusammentreffen des Resorptionsrandes mit der braunen Farbe scheint mir eine Stütze für die hier ausgesprochene Ansicht zu sein.

Die Hornblende kommt zum allergrössten Theile in wohlbegrenzten Krystallen vor; nur in wenigen Fällen durchzieht sie das Gestein in unregelmässigen Fetzen. Die grossen Krystalle haben meistens die Form: $\infty P(110)$, $\infty P \breve{\infty} (010)$, $0 P (001)$ und $P (111)$. Zwillingsbildung nach der vorderen Endfläche $\infty P \bar{\infty} (100)$ ist sehr häufig. Entweder lagern dabei die Zwillingsindividuen mit scharfer Grenze aneinander, oder das eine Individuum wird von Lamellen des andern durchzogen.

Die Spaltbarkeit ist die gewöhnliche prismatische. Sie stellt sich auf Schnitten aus der Säulenzone als lange parallele, auf den Querschnitten dagegen als solche unter einem Winkel von $124^1/_2{}^\circ$ sich schneidende Risse dar.

Der Pleochroismus ist auffallend stark. Bei der grünen Hornblende schwankt er zwischen gelblichgrünen und dunkelgrünen, bei der bräunlichgrünen zwischen weisslichgelben und bräunlichgrünen und bei der braunen zwischen hellgelben und braunrothen Tönen.

Sehr schön tritt in diesen hier untersuchten Gesteinen, besonders in den Daciten, ein zonarer Aufbau der Hornblende hervor. Er ist in allen drei Hornblendearten gleich gut ausgebildet. Meist findet man nur Rand und Kern; es wurden aber auch bis 10 Zonen in einem Krystall gezählt. Nicht immer folgen sie der äusseren Umrandung. In einem Dacite fand sich ein länglicher, an den schmalen Seiten magmatisch corrodirter Krystall, der in der Mitte einen fast kreisrunden Kern hatte (Fig. 11). Die Zonen unterscheiden sich sehr leicht durch die Verschiedenheit in der Farbe der Art, dass hellere und dunklere Töne des Grün beziehungsweise Bräunlichgrün und Braun mit einander wechseln und fernerhin durch den ungleichen Pleochroismus. Ein Unterschied in der Auslöschungsschiefe konnte nicht festgestellt werden, selbst nicht bei einer Untersuchung im Natrium-Licht.

Die Mannigfaltigkeit der Einschlüsse in der Hornblende steht mit derjenigen der Pyroxene auf gleicher Stufe. Am meisten findet man Erz in ihr eingeschlossen. Dasselbe zeigt unregelmässige Formen. Einmal konnte beobachtet werden, wie ein Erzkorn von der umgebenden Hornblende durch einen hellen Hof getrennt wurde. Weiter sind Glas, Grundmasse und Eisenhydroxyd in der Hornblende eingeschlossen gefunden worden. Das Glas ist entweder farblos oder braun gekörnelt. Auch Glaseinschlüsse mit Luftporen sind häufig beobachtet worden. Von deutlichen Krystallen finden sich als Einschlüsse Augit, Feldspath, Glimmer und einige kleine Hornblende-Kryställchen. Ueberhaupt liebt es die Hornblende, um andere Krystalle herumzuwachsen.

Besonders schön ist diese Umwachsung um Augit und Glimmer beobachtet worden. Eine Gesetzmässigkeit konnte jedoch nicht festgestellt werden.

Wir kommen jetzt zu denjenigen Umwandlungen der Hornblende, welche unter dem Namen des opacitischen Randes und der Umwandlung in ein Pyroxen-Magnetit-Aggregat bekannt sind. Diese Erscheinung ist in den untersuchten Gesteinen weit verbreitet. Dabei fällt es sofort auf, dass dieser Rand bei der grünen Hornblende nur in ganz geringem Maasse vorhanden ist. Meistens ist dieselbe ganz frisch und zeigt keine Spur einer Umwandlung. Nur in ganz wenigen Fällen weist ein schmaler Rand von ganz feinen schwarzen Körnchen auf eine secundäre Einwirkung hin. Bei der bräunlichgrünen Hornblende ist diese Erscheinung viel häufiger und wird bei der braunen ganz allgemein.

Die Umwandlung der Hornblende in ein Magnetit-Pyroxen-Aggregat oder in ein Aggregat von Pyroxen-Körnchen allein steht mit der Bildung des opacitischen Randes in engster Beziehung. Bei dieser Umwandlung sind verschiedene Stufen zu erkennen. In dem ersten Stadium hat sie sich auf den äussersten Rand beschränkt. Derselbe stellt entweder eine dichte schwarze Masse, oder ein erkennbares Gemenge von Erz- und Augitkörnchen dar. In dieser Weise sind fast alle in diesen Gesteinen vorkommenden Hornblenden angegriffen, selbst die grünen sind, wie schon oben gesagt, nicht ganz frei davon. Sodann findet eine Differenzirung dahin statt, dass sich um den frischen Kern eine breite Zone von dichtem Erz und darum eine schmale Zone von Augitkörnchen legt, wie es Figur 12 darstellt. Greift die Umänderung nun weiter in das Innere hinein und zwar so, dass ein Gemenge von Erz- und Augitkörnchen entsteht, so differenzirt sich dieses Gemenge in der Weise, dass es nach aussen und nach dem frischen Kerne zu von einer dichten opaken Zone begrenzt wird (Figur 13). Ein Amphibol-Andesit von dem nordöstlichen Rand der Cuicocha vom Abhang des Cerro de los Morroches am Cotacachi ist ganz von derartigen Hornblenden angefüllt. Wird endlich der ganze Krystall umgewandelt, so ist das Resultat ein dreifaches: entweder verwandelt sich der Krystall in ein Gemenge von Erz- und Augitkörnchen, oder er bildet einen dichten Haufen von Erzkörnchen oder einen solchen von Augitkörnchen. In dem letzteren Falle sind jedoch die kleinen Augite meistens mit Feldspathkörnchen gemengt. Trotz aller Umwandlung haben aber die Hornblenden immer ihre Form beibehalten. So zeigt z. B. ein Pyroxen-Amphibol-Dacit der Escaleras-Berge (Rio Tanrichupa) die Augitkörnchen in prachtvollster Weise in der bekannten Hornblende-Form angeordnet.

Wie schon oben gesagt, steht die Bildung des opacitischen Randes und die Entstehung des Magnetit-Pyroxen-Aggregates in engstem Zusammenhang. Auch der

dunkle opacitische Rand ist meiner Meinung nach Erz. Wann und unter welchen Bedingungen aber das eine oder das andere zu Stande gekommen ist, darüber kann vorläufig noch nichts Sicheres ausgesagt werden.

Nach Zirkel's Untersuchungen pflegt man die Entstehung des kaustischen Randes aus der Einwirkung des schmelzflüssigen Magmas auf die fertig gebildeten Krystalle zu erklären. Ihm schliessen sich Rosenbusch[1]) und Lagorio[2]) an, von denen aber der erstere die beeinflussende Thätigkeit des Magmas aus der fortwährend steigenden Acidität des Magmas infolge entströmenden Wasserdampfes herleitet, während der letztere das Hauptgewicht auf die „veränderte chemische Zusammensetzung legt, die der noch flüssige Theil durch Ausscheidung einer nachfolgenden Generation von Gemengtheilen erfährt". Sie betonen also hauptsächlich die corrodirende chemische Thätigkeit des Magmas. Im Gegensatz zu beiden steht Küch,[3]) der neuerdings in seiner Arbeit über die vulkanischen Gebirge der Republik Colombia den Opacitrand der Hornblenden zu erklären versucht hat. Er glaubt, dass derselbe das Resultat der durch Wärme hervorgerufenen Umlagerung der Hornblende-Moleküle ist. Als Wärmequelle benutzt er die „theilweise oder vollständige Individualisirung des zu einer bestimmten Zeit der Gesteinsbildung vorhandenen Magmarestes". Ich will nicht abstreiten, dass diese Deutung viele Erscheinungen erklärt, ich glaube aber nicht, dass damit alles klargestellt werden kann. Meiner Meinung nach ist die auflösende und umsetzende Wirksamkeit des schmelzflüssigen Magmas in erster Linie in Betracht zu ziehen, und zwar nicht bloss da, „wo die ursprünglich äusseren Contouren der Hornblende mehr oder weniger verändert erscheinen, da wo die Kränze von Pyroxen und Magnetit in die umliegende Grundmasse förmlich verfliessen, wo sich ferner Feldspath dem Gemenge zugesellt". Warum soll nicht bei einer Auflösung der Hornblende und sofortigen Ausscheidung von Augit- und Erzkörnchen die scharfen Contouren der Krystalle erhalten bleiben? Eine Schwierigkeit liegt bei der Annahme der Erklärung von Dr. Küch in der zonenweisen Ausscheidung des Erzes in der Hornblende vor. Es müsste dann die von aussen in den Krystall eindringende Wärme den Krystall ganz allmählich umsetzen, und es ist nicht ohne weiteres ersichtlich, wie diese Wärme einzelne Zonen des Krystalls umsetzen und die dazwischen liegenden freilassen konnte, wie dies ein Amphibol-Andesit aus dem Hochlande von Tulcan-Rio Chota in so überaus vortrefflicher Weise zeigt (siehe Fig. 14). Ebenso erscheint es danach unmöglich, dass der äussere Rand und der Kern opacitisirt sind, während die dazwischen liegende Zone vollständig frisch ist. Wohl kann man

1) Mikroskopische Physiographie. 1887. Bd. II p. 660.
2) Mineralog. u. petrogr. Mitth. von G. Tschermak. 1887. Bd. VIII p. 463.
3) R. Küch: l. c. (Colombiagesteine) p. 58.

dies aber verstehen, wenn man die corrodirende Thätigkeit des Magmas als Ursache annimmt. Jede Zone bedeutet eine Unterbrechung im Wachsthum des Krystalls. Dabei kann es nun vorkommen, dass ein solcher Krystall, nachdem er vom flüssigen Magma mit einem Opacitrande versehen war, an eine andere Stelle des Magmas gebracht wurde und dort weiter wuchs. Durch öfteres Wiederholen dieses Vorganges entstanden dann Krystalle, deren Zonen abwechselnd durch Erzkörnchen schwarz gefärbt sind, wie sie wiederholt an schönen Beispielen beobachtet werden konnten. Auch die corrodirten Hornblenden als Einschlüsse im Quarz und Feldspath lassen sich hierdurch erklären. Es sind in diesem Falle Quarz und Feldspath um die corrodirten Hornblenden herumgewachsen. Allerdings will ich nicht abstreiten, dass hierfür die Küch'sche Erklärung, eine Wärmewirkung durch den Feldspath hindurch, auch ihre Berechtigung hat.

Wohl zu unterscheiden von der soeben besprochenen Thätigkeit des Magmas ist diejenige, welche in einem völligen Aufzehren der Hornblende-Substanz besteht. Es bieten sich hierfür prächtige Beispiele dar. Die Einbuchtungen der Grundmasse von einer Seite aus sind manchmal so gross, dass an den andern Seiten nur der schmale äussere Rand stehen geblieben ist. Dies sind meiner Meinung nach keine Wachsthumserscheinungen, wie Dr. Küch[1]) die Mehrzahl dieser Dinge erklären will, sie sind vielmehr auf die corrodirende Thätigkeit des Magmas zurückzuführen.

Verwitterungserscheinungen sind im Allgemeinen bei den Hornblenden selten. Nur in wenigen Fällen konnten dieselben constatirt werden: an einem Amphibol-Biotit-Dacit des Yana-Urcu del Piñan und an einem Amphibol-Biotit-Dacit aus dem Rio del Hospital, Piñan. In dem ersten Handstück hat sich die Hornblende grösstentheils in eine grünliche stark polarisirende Masse umgewandelt, in welcher kleinere Erzkörner eingebettet liegen.

### Glimmer.

Der in den untersuchten Gesteinen vorkommende Glimmer ist ein dunkler Magnesiaglimmer. Makroskopisch ist er sehr selten zu erkennen. Nur in einigen wenigen Fällen kommt er in 1—3 mm im Durchmesser haltenden, sechsseitigen Tafeln vor, die entweder eine frische schwärzliche, oder eine matte rothbraune Farbe zeigen. Mikroskopisch ist er viel häufiger beobachtet worden. In der grössten Menge ist er in den Amphibol-Daciten zu finden gewesen. Seine Farbe im Dünnschliff ist grünlich oder rothbraun. In dieser Hinsicht scheint er mit der Hornblende in engster Beziehung zu stehen. Denn es ist aufgefallen, dass in Gesteinen mit grüner oder bräunlich-

[1]) R. Küch: l. c. (Colombiagesteine) pag. 61.

grüner Hornblende nur grünlicher Glimmer, in solchen mit rothbrauner Hornblende nur rothbrauner vorkommt. In dem letzteren Falle ist die Unterscheidung von Amphibol und Biotit oftmals sehr schwierig.

Diese auffallende Aehnlichkeit in der Farbe sowie bezüglich der nachher zu erwähnenden Erscheinung des opacitischen Randes gaben mir Veranlassung, auch Spaltblättchen von dem grünen Biotit, ähnlich wie es bei der Hornblende geschehen ist, in einem Platinschälchen zu glühen.

Ich entnahm die Spaltblättchen einem Amphibol-Biotit-Dacit, der als Gerölle an der Chota-Brücke im Gebiet des Hochlandes von Tulcan-Rio Chota vorkommt. Die Glimmerblättchen wurden eine halbe Stunde lang geglüht. Das Resultat war folgendes: Die makroskopisch schwärzlich aussehenden Glimmerblättchen wurden bronzefarben und nahmen einen schönen Glanz an. Unter dem Mikroskop zeigten die geglühten ursprünglich bräunlichgrünen Blättchen eine schöne orangerothe Farbe. Der Axenwinkel schien sich nicht geändert zu haben. Aus diesen Erscheinungen darf vielleicht geschlossen werden, dass auch in der Natur hin und wieder ein solcher Umwandlungsprozess von grünlichem in bräunlichen Glimmer vor sich gegangen ist, ähnlich wie er bei der Hornblende angenommen war, mit welcher der Glimmer auch in Betreff des opacitischen Randes in auffallender Weise übereinstimmt.

Der Glimmer bildet im Dünnschliff entweder schmale Leisten oder breite tafelförmige Durchschnitte. In einem Amphibol-Pyroxen-Andesit des Gebietes zwischen Tulcan und Ibarra stellt er sich in ganz unregelmässigen hellbraunen Fetzen dar, die durch das ganze Gestein hindurch zerstreut sind. Am häufigsten findet man aber viereckige mit abgerundeten Ecken versehene Durchschnitte. Fast alle Krystalle des Biotits zeigen durch unregelmässige Auslöschung Druckerscheinungen und Stauchungen an. Die langen Leisten sind verzerrt und gebogen, in einem Falle um 46°. — Der Pleochroismus des Biotits ist durchweg sehr stark. Bei der grünlichen Varietät ist der senkrecht zu den Spaltrissen polarisirte Strahl schwarzbraun, der parallel dazu polarisirte hellweisslichgrün. Bei der rothbraunen Varietät erscheint das Präparat hellgelb, wenn die Spaltrisse parallel der Polarisationsebene des unteren Nicols verlaufen, und dunkelrothbraun in der dazu senkrechten Stellung. — Der Winkel der optischen Axen ist nicht sehr gross; bei dem grünlichen Glimmer ist er noch kleiner als bei dem braunen, sodass die Erscheinung dort fast den Eindruck der Einaxigkeit macht. Einschlüsse sind verhältnissmässig selten. Es sind nur Feldspath, Erz und etwas Glas zu nennen.

Sehr häufig trifft man — und hierin zeigt sich eine weitere Uebereinstimmung mit der Hornblende — bei dem rothbraunen Glimmer einen magmatischen Rand an.

Bei dem grünlichen fehlt derselbe vollständig. Der Rand besteht aus einem Gemenge von feinen Augit- und Erzkörnchen. Die ersteren scheinen aber mehr aus der umgebenden Grundmasse herzustammen und nicht das Produkt der magmatischen Corrosion des Glimmers zu sein. Gerade die Form dieses Randes macht unbedingt den Eindruck, als ob sie ihre Entstehung der corrodirenden Thätigkeit des Magmas verdanke. Man sieht vollständig, wie dasselbe kleine Buchten in ihn hineingefressen hat. Zu gleicher Zeit ist auch eine andere Erscheinung gefunden worden, welche dafür spricht. Die Beobachtung hat nämlich gezeigt, dass dort, wo fremde Krystalle, wie z. B. Feldspath, dem Glimmer anliegen, der magmatische Rand fehlt (vergl. Figur 15a und 15b). Meiner Meinung nach hat der Feldspath den Angriff des Magmas verhindert, sodass nur die freien Seiten des Glimmers corrodirt werden konnten. Der Küch'schen Erklärung, nach welcher die Ausbildung des besagten Randes auf eine Hitzewirkung zurückzuführen ist, stehen bei der Deutung solcher Erscheinungen Schwierigkeiten entgegen. Denn wenn die Wärme die in den Feldspathen eingeschlossenen Hornblenden umgewandelt hat, warum hat sich nicht auch beim Glimmer ihre Einwirkung durch den anliegenden Feldspath hindurch gezeigt? Um also eine sichere Erklärung des magmatischen Randes zu geben, müssten noch umfassendere Untersuchungen angestellt werden.

### Quarz.

Der Quarz ist ein charakteristischer Gemengtheil der Dacite. Er kommt vielfach auch makroskopisch vor und bildet dann 1—3 mm grosse rundliche glasklare Körner mit deutlich muschligem Bruch und Fettglanz. Die Ausbildung von Dihexaedern ist im Ganzen selten zu beobachten gewesen. Unter dem Mikroskop bildet er rundliche oder viereckige, mit abgerundeten Ecken versehene Durchschnitte. Als **Einschlüsse** sind besonders die sogenannten Glasdihexaeder hervorzuheben, die in der Regel mit einem Luftbläschen versehen sind. Es konnte beobachtet werden, dass sie bei regelmässiger viereckiger Form des Quarzes so orientirt lagen, dass die Seiten des Einschlusses und des Wirthes parallel liefen. Meist ist das eingeschlossene Glas farblos. In anderen Fällen findet sich braunes gekörneltes eingeschlossen. Durch unzählige farblose Einschlüsse von unregelmässiger Form erhalten die Quarze bei geringer Vergrösserung ein trübes Aussehen. Diese Einschlüsse hellen mit dem Quarz, der sie umgiebt, zusammen auf und beeinflussen seine optischen Wirkungen überhaupt nicht in bemerkenswerther Weise. Es ist dies eine in den porphyrischen Quarzen weit verbreitete Erscheinung. Ich möchte Küch[1]) beistimmen und diese Partikelchen für Glas halten. — In nur wenigen

[1]) R. Küch: l. c. (Colombiagesteine) pag. 54.

Fällen sind Hornblende und Augit als Einschlüsse im Quarz beobachtet worden. Der Augit lag auch nicht unmittelbar im Quarz selbst, sondern wurde von einer breiten Zone braunen Glases umgeben. Es kann sich in diesem Falle deshalb sehr wohl nur um eine Einbuchtung in den Quarz handeln, die infolge der besonderen Lage des Schliffes als Einschluss erscheint, in Wirklichkeit aber mit der Grundmasse zusammenhängt. Deutliche Flüssigkeitseinschlüsse konnten nicht beobachtet werden.

Mechanische Einflüsse äussern sich beim Quarz in erster Linie in Zerberstungen. Die zertrümmerten Theile zeigen aber noch den Charakter des frischen Quarzes. Selten ist eine gewaltsame Verschiebung der kleinsten Theilchen eingetreten, sodass die einheitliche Auslöschung der Körner verloren gegangen ist. — Sehr wohl sind aber beim Quarz die Wirkungen des Magmas zu erkennen. Scharf begrenzte Krystalle findet man selten. Fast bei allen ist die äussere Umgrenzung durch Abschmelzen verloren gegangen. In einem weiteren Stadium hat das Magma die Quarzkrystalle ausgebuchtet und ist in die Oeffnungen hineingedrungen, eine Erscheinung, für welche gerade Gesteine des Escaleras-Gebirges und des Piñan prächtige Beispiele bieten (Figur 18).

Im Anschluss an diese Erscheinung erwähne ich die Ausbildung eines Contactsaumes aus hellen Augiten, ähnlich der Erscheinung, wie sie oftmals an Einschlussquarzen in basaltischen Gesteinen beschrieben worden ist. Ein grosser, in Figur 16 dargestellter Quarzdurchschnitt erscheint durch magmatische Corrosion verrundet. Die abgeschmolzene Masse hat zur Bildung eines dichten, aus feinen kleinen Augitnadeln bestehenden Saumes Anlass gegeben. Die Spitzen der Augite richten sich nach dem Innern des Quarzes zu. Allem Anschein nach ist der vorliegende Quarz nicht als Einschluss, sondern als Ausscheidung aus dem Magma aufzufassen, schon deshalb, weil das Gestein, vom Gipfel des Yana-Urcu stammend, dort von andern Daciten, also quarzhaltigen Gesteinen, begleitet ist. Es folgt aus dem Obigen der interessante Schluss, dass auch Ausscheidungen aus dem Magma sich zu bestimmten Zeiten wie Einschlüsse verhalten und zu Contactbildungen Veranlassung geben können. Es erinnert diese Erscheinung an die bei den Quarzbasalten beobachtete, bei welcher gleichfalls sich am Quarz des Gesteins Augitsäume gebildet haben.

### Olivin.

Der Olivin ist in manchen Andesiten und Daciten aus dem Gebiete des Hochlandes von Tulcan-Rio Chota und der Escaleras-Berge sehr verbreitet. Er kommt in diesen Gesteinen ungefähr den Einsprenglingsaugiten gleich; den Quarz übertrifft er meistens in der Anzahl. Er bildet längliche Durchschnitte mit den Formen $\infty P\,(110)$,

$\infty P \breve{\infty}$ (010) oder $\infty P \breve{\infty}$ (010) und $2 P \breve{\infty}$ (021). Häufig stellt er breite, an beiden Enden corrodirte Leisten oder rundliche Körner dar. Auch Andeutungen von Doppeltstiefelknechtform sind beobachtet worden. Er ist vollkommen farblos und tritt zwischen gekreuzten Nicols durch seine hohen Polarisationstöne hervor. Von Einschlüssen ist nur Erz, Brauneisen und Glas zu nennen. Die Spaltbarkeit nach $\infty P \breve{\infty}$ (010) tritt sehr zurück; nur zuweilen ist sie in feinen Rissen angedeutet. Dagegen sind fast in jedem Olivindurchschnitt die Blätterdurchgänge nach der Basis 0 P (001) vorhanden. Sie stellen untereinander ziemlich parallel verlaufende grobe Risse dar.

Die Krystalle des Olivins haben nun vielfach durch das Magma Umänderungen erlitten. Sie wurden abgerundet oder ausgebuchtet, wobei dann das Magma in die Buchten eingedrungen ist. Gerade der Olivin zeigt besonders schöne Corrosionserscheinungen. In einem Falle (Figur 17) ist das Magma parallel den Seiten des Doma $2 P \breve{\infty}$ (021) eingedrungen und hat die Spitze des Krystalls dachförmig abgehoben. Es scheint hiernach, dass die Auflösung des Olivins hin und wieder nach krystallographischen Flächen vor sich geht, eine Erscheinung, wie sie bereits früher von andern Autoren, wie z. B. Bleibtreu[1]) und Fromm[2]) hervorgehoben worden ist.

Völlig klare und reine Krystalle sind beim Olivin sehr selten, obgleich andrerseits die Verwitterung auch nie einen sehr hohen Grad angenommen hat. Dieselbe äussert sich besonders in einer Ausscheidung von Eisenhydroxyd. Fast bei allen Krystallen ist der Rand strohgelb gefärbt. Von hier und den Spaltrissen aus dringt die Verwitterung in das Innere hinein, und die strohgelbe Farbe geht in ein Orangeroth und Braun über. Es entstehen so schmalere und breitere Bänder von Eisenhydroxyd, die schliesslich den Krystall wie ein Netz durchziehen. Die zwischen ihnen liegende Olivinsubstanz ist frisch und klar. Eine Verwandlung in Serpentin ist nicht beobachtet worden.

### Apatit.

Der Apatit ist in den untersuchten Gesteinen selten als frei im Gesteinsgewebe liegender Gemengtheil, also als Einsprengling, gefunden worden. Ich nahm ihn als solchen in zwei Gesteinen wahr, in einem Pyroxen-Andesit von der Brücke des Rio Puntal nahe Rumichaca de Tuza und in einem Amphibol-Biotit-Dacit von der Chota-Brücke am Wege von Tulcan nach Ibarra, beide aus dem Gebiet des Hochlandes von Tulcan-Rio Chota stammend.

In dem letzteren Gestein bildet er farblose, kurz gedrungene Säulen mit pyra-

[1]) Bleibtreu: Beiträge zur Kenntniss der Einschlüsse in den Basalten mit besonderer Berücksichtigung der Olivinfels-Einschlüsse. Z. D. G. G. 1883 Bd XXXV p. 537.

[2]) O. Fromm: Basalte aus der Gegend von Cassel. Z D. G. G. 1891 Bd. XLIII p. 47.

midaler Endigung, deren Längendurchmesser den Breitendurchmesser nicht viel übertrifft. Die unregelmässig sechseckigen Durchschnitte, senkrecht zur $c$-Axe getroffen, blieben bei völliger Umdrehung zwischen gekreuzten Nicols dnnkel.

In dem andern Gestein bildet der Apatit lange, in der Richtung der $c$-Axe gestreckte nnd an den Enden abgerundete Krystalle, die durch feine, staubförmige Interpositionen brännlich gefärbt sind. Sie sind ausserordentlich dentlich pleochroitisch, wobei die Absorption für $E > O$ ist. Der Durchschnitt erscheint hellbraun, wenn die Polarisationsebene des nnteren Nicols parallel der $c$-Axe verläuft, und dunkelbraun in der dazu senkrechten Stellung. — Im Uebrigen kommt der Apatit, wie erwähnt, nicht selten als Einschlnss in andern Mineralien vor.

### Erz.

Das in den ecuatorianischen Laven vorkommende Eisenerz ist wohl zum allergrössten Theile Magnetit. Oefters scheint dasselbe jedoch anch, seiner schweren Löslichkeit in HCl nach, titanhaltig oder selbst Titaneisen zu sein. Das Erz kommt als Einsprengling und in der Grundmasse vor. Gewöhnlich ist es reichlich vorhanden. Es geht von $^1/_2$ mm im Durchmesser haltenden Individuen bis zu den niedrigsten Dimensionen herab. In der Regel bildet es drei- oder viereckige oder polygonale Formen, oft mit scharfen ausgezackten Rändern. Rundliche Körner sind viel seltener. Zwischen den grossen Einsprenglingen und den feinen Körnchen der Grundmasse finden sich alle Uebergangsstadien. Anffallend ist, dass der Magnetit sich gern in der Nähe der Pyroxene anznsiedeln oder dort wenigstens grössere Dimensionen anzunehmen pflegt. In den grösseren Individnen kommen bisweilen Einbuchtnngen von Augit und Grundmasse vor. Der Magnetit ist zumeist eine primäre Ansscheidnng aus dem Magma. Znweilen entsteht er aber anch, wie erwähnt, durch magmatische Resorption aus der Hornblende.

### Dnrch Verwitterung entstandene Mineralien.

Von den durch Verwitterung der Gesteine entstandenen Mineralien sind Brauneisen, Chlorit, Serpentin und Calcit zn nennen.

Das Branneisen durchzieht meist in trüben rothen undurchsichtigen Massen das ganze Gestein. Hin und wieder sieht man aber auch orangerothe, durchsichtige Blätter, die ziemlich hohe Polarisationstöne zeigen. Deutlicher Pleochroismns ist nicht zu bemerken. Diese Blättchen können wohl als Eisenglanz gedentet werden. Oefter noch als im Gesteinsgewebe wird das Brauneisen in den in Einsprenglingsform vorkommenden

Mineralien eingeschlossen gefunden. — Diese Eisenverbindungen sind es, welche die rothe Farbe der Gesteine hervorrufen.

Chlorit und Serpentin kommen in grünlichen und bräunlichen, meist unregelmässig gestalteten Massen vor. An mehreren Stellen findet man aber auch Aggregate, deren einzelne Theilchen aus Sphaerolithen aufgebaut sind, sodass die ganze Masse eines solchen Aggregates zwischen gekrenzten Nicols wie aus kleinen Interferenzkreuzen zusammengesetzt erscheint. Dieselben besitzen positiven Charakter der Doppelbrechung.

Ebenso wie die ebengenannten Mineralien ist auch der Calcit in diesen Gesteinen immer secundär entstanden. Er hat sich besonders auf Klüften und in Buchten angesiedelt. Seine Farbe ist eine gelblichbraune. Zwillingsstreifung nach — $\frac{1}{2}$ R $(01\bar{1}2)$ und Bertrand'sche Interferenzkreuze sind in sehr schönen Beispielen zu beobachten gewesen.

**Grundmasse.**

Die Grundmasse macht in unsern Gesteinen den Hauptbestandtheil aus. In den weitaus meisten Fällen überwiegt sie die Einsprenglinge bedeutend. Was ihre Ausbildungsweise anbelangt, so findet man Uebergangsstadien von dem reinen Glas der Bimssteine bis zur vollkommen krystallinen Ausbildung.

Man kann im Allgemeinen die Grundmasse dieser Gesteine in zwei Hauptgruppen eintheilen, zwischen denen allerdings keine scharfe Grenze zu ziehen ist. Entweder bildet sie mit ihren krystallinen Differenzirungen einen scharfen Gegensatz zu den Einsprenglingen, oder es gehen ihre Bestandtheile durch allmäliges Grösserwerden in die Einsprenglinge über. In dem ersten Falle hat man die typisch porphyrische Ausbildung der Gesteine vor sich, d. h. in einem dichten Teige von Grundmasse liegen scharf getrennt grosse Einsprenglinge. Dies kann je nach der Ausbildung auf verschiedene Weise zu Stande kommen.

Am schärfsten tritt der Gegensatz zwischen Einsprenglingen und Grundmasse hervor, wenn die letztere fast vollkommen glasig erstarrt ist, sodass die Mikrolithen sehr zurücktreten. Zwischen gekreuzten Nicols sieht man dann nur die Einsprenglinge aufhellen, während der Untergrund vollständig dunkel bleibt. Diese Art der Grundmassenausbildung findet man bei den Bimssteinen, wie solche von dem S.- und N.-Rande der Cuicocha-Umwallung (Cotacachi), ferner vom Rio Pizambizi beim Orte Cotacachi und aus der Quebrada zw. Tumbabiro und Rio Cariyaco bei Ingenio (N.-O.-Seite des Piñan) vorliegen.

In einem weiter vorgeschrittenen Stadium besteht die Grundmasse aus Glas, in welchem sich viele krystalline Bildungen ausgeschieden haben. Das Glas überwiegt die

letzteren bei weitem. In der Mehrzahl der Fälle ist es braun gefärbt. Hier ist es wieder das Glas, welches die Einsprenglinge scharf hervortreten lässt. Solche Gesteine haben meist ein schwarzes mattglänzendes Aussehen und erlangen, wenn das Glas in sehr grosser Menge vorhanden ist, dentlichen Fettglanz, wie ihn besonders ein Pyroxen-Andesit zeigt, der auf dem Wege von Pnntal nach Pucará gefunden wurde.

Ein ähnliches dichtes, wenn auch etwas helleres Aussehen haben die Grundmassen, welche einen mit Mikrolithen dicht angefüllten Glasteig, den „glasgetränkten Mikrolithenfilz“, darstellen. Die feinen Krystallnädelchen liegen ohne jede Ordnung wirr durcheinander, bilden aber infolge ihrer geringen Grösse in ihrer Gesammtmasse als Untergrund einen scharfen Gegensatz zu den Einsprenglingen. Diese Ansbildungsweise der Grundmasse ist in den hier untersuchten Gesteinen öfters angetroffen worden, wie z. B. in der Lava, welche nnterhalb El Tnn, am rechten Gehänge des Chota-Thales bei der Brücke am Weg von Tulcan nach Ibarra, ansteht.

Aber wenn es schon hierbei manchmal zu beobachten ist, wie die Einsprenglinge, besonders an ihren schmalen Seiten, ohne scharfe Grenze in die Grundmasse überzugehen scheinen, so ist dies noch mehr bei den Gesteinen der Fall, bei denen die Glasmasse sehr zurücktritt oder fast gänzlich fehlt. Die krystallinen Ansscheidnngen liegen dann nicht mehr wirr durcheinander, sondern zeigen meist eine schöne Fluidalstrnctur. Durch ihre gleichmässige Grösse lassen sie die Einsprenglinge aber immer noch scharf hervortreten. Die Glasbasis zieht sich in diesen Fällen zwischen den krystallinen Bildungen wie ein spärlicher Kitt hindnrch.

Wenn nun endlich das Glas gänzlich fehlt, so bilden die Grundmassengemengtheile ein holokrystallines Gemenge. Auch diese Grundmassen zeigen ein gleichmässig dichtes, aber mattes Anssehen nnd sind makroskopisch von den vorigen nicht zu trennen.

Von diesen Gesteinen, in welchen Grundmasse und Einsprenglinge scharf von einander geschieden sind, unterscheiden sich diejenigen, in welchen die krystallinen Ausscheidungen der Grundmasse durch allmäliges Grösserwerden in die Einsprenglinge übergehen. Makroskopisch ist oft zn beobachten, wie die Einsprenglinge immer kleiner werden, bis sie schliesslich nicht mehr mit blossem Ange zn erkennen sind. Znweilen nimmt man im Mikroskop die Ansbildnng einer mittelgrossen Generation wahr, welche in ihren Grössenverhältnissen zwischen denen der Einsprenglinge und der Mikrolithen steht, sodass diese mittelgrossen Individuen gewissermaassen eine zweite Grundmasse zn bilden scheinen. Die eigentliche Grundmasse ist jedoch das zwischen den Einsprenglingen sich hinziehende, reich mit Krystalliten erfüllte Glas.

Nur in sehr wenigen Fällen ist ein vollständiges Fehlen der Glasbasis beobachtet worden. So z. B. bei einem Amphibol-Andesit, welcher an der Chota-Brücke auf dem Wege von Tulcan nach Ibarra ansteht. Die Grundmassengemengtheile sind in diesem Falle zu einer holokrystallinen Ausbildung gelangt und zeigen eine allotriomorphe Begrenzung. Derartige Grundmassen zeigen makroskopisch ein gleichmässiges feinkörniges Gefüge, aus welchem sich einzelne grosse Einsprenglinge abheben.

Was die krystallinen Differenzirungen der Grundmasse selbst anbetrifft, so ist bei ihnen keine grosse Verschiedenheit zu verzeichnen. Es ist nur Feldspath, Pyroxen, Erz und zuweilen auch etwas Hornblende zu nennen. Im Allgemeinen muss allerdings gesagt werden, dass der Feldspath der wichtigste und an Anzahl alle andern übertreffende Gemengtheil der Grundmasse ist; in einzelnen Fällen, und zwar besonders bei den Pyroxen-Andesiten, kommt ihm jedoch der Pyroxen an Menge gleich. Bei vorherrschender Glasbasis, zumal wenn dieselbe ungefärbt ist, macht der Feldspath fast allein den Hauptbestandtheil der Grundmasse aus. Die Pyroxene treten hier sehr zurück. Ist die krystalline Ausbildung der Grundmasse aber weiter fortgeschritten, sodass die Basis nur einen spärlichen Hauch zwischen den einzelnen Gemengtheilen bildet, so kommt der Pyroxen dem Feldspath an Menge mindestens gleich, ja in den Grundmassen, die einen glasgetränkten Mikrolithenfilz darstellen, bei denen allerdings die genauere Bestimmung der Mikrolithen zuweilen unmöglich ist, hat man fast den Eindruck, als ob diese Mikrolithen in der Mehrzahl den Charakter des Pyroxens trügen. Ein vollständiges Fehlen des Pyroxens in der Grundmasse ist nirgends beobachtet worden.

Die Hauptform des Feldspaths der Grundmasse ist die Leistenform. Sie ist vor Allem in den Gesteinen zu finden, in denen das Glas zurücktritt und die Mikrolithen fluidal angeordnet sind. Hier ist es gerade der Feldspath, welcher die fliessende Bewegung anzeigt. Beim Vorherrschen der Glasbasis werden die Leisten breiter, und es entstehen rechteckige und quadratische Durchschnitte, die indess mit Leisten zusammen, nie für sich allein vorkommen. Der Grund für die verschiedene Ausbildung ist wohl darin zu suchen, dass in dem ersten Falle die nach einer Richtung hinströmende Lava besonders das Wachsthum in dieser Richtung begünstigte, während in dem ruhenden Glasteig eine allseitige Ausbildung möglich war. Gegabelte Wachsthumsformen, wie sie in einem Amphibol-Biotit-Dacit vom Derumbo de Peribuela (Cotacachi) beobachtet wurden, sind im Allgemeinen selten. Die Leisten und Tafeln sind meist vollständig einheitlich; selten sind etliche Zwillingslamellen zu beobachten gewesen. Eine genauere Bestimmung bezüglich des plagioklastischen oder orthoklastischen Charakters durch optische Untersuchungen war aber nicht möglich.

Der Pyroxen bildet lange Säulchen nnd rundliche Körner. Diese Säulchen werden bei grösserem Vorherrschen des Glases gern schmal und zeigen dann scharfe Begrenzung. Ob in den kleinen Angiten monokliner oder rhombischer Pyroxen vorliegt, konnte ihrer geringen Grösse wegen oft nicht festgestellt werden. In der Mehrzahl möchte ich sie für monoklinen Angit halten. Es wurden aber anch wiederholt Säulchen gefunden, die gerade auslöschten und vielleicht dem Hypersthen zugezählt werden dürfen. Es steht der Annahme, dass der Hypersthen, der als Einsprengling doch ein so häufiger Gast in diesen Gesteinen ist, in der Grundmasse anch vorhanden sei, wohl kein triftiger Grund entgegen. In den durch Eisenhydroxyd gefärbten Gesteinen sind die kleinen Angitmikrolithen orangeroth gefärbt. Sie sind es besonders, welche die rothe Färbung der Gesteine hervorrufen, besonders dort, wo das Glas ungefärbt ist. Die zwischen ihnen liegenden Feldspathe sind vollkommen farblos geblieben.

Das Erz findet sich hauptsächlich in den pyroxenreichen Grundmassen, und zwar in sehr wechselnden Mengen. Zuweilen ist die Grundmasse ganz damit angefüllt, während in andern Fällen nnr vereinzelte Körner zu sehen sind. In den glasigen Grundmassen, in welchen fast ausschliesslich Feldspath vorhanden ist, fehlt es ganz oder kommt wenigstens nur in vereinzelten Körnern vor.

Als sehr seltener Grundmassenbestandtheil ist die Hornblende zu nennen. Meistens findet sie sich in grösseren Individnen, wie z. B. in dem Amphibol-Andesit von Puente del Allyaco, Weg von Ingenio nach Cachimbiro (Piñan). In der eigentlichen Mikrolithenform ist sie sehr selten, wenigstens bin ich mehr geneigt, die braunrothen Mikrolithen der Amphibol-Andesite beziehungsweise -Dacite wegen ihres mangelnden Pleochroismus für gefärbte Angite zu halten.

In letzter Linie wäre die Basis selbst zu besprechen. In den meisten Gesteinen bildet sie ein farbloses Glas, das sich entweder nur als dünner Hauch zwischen den Mikrolithen hinzieht oder den Hauptbestandtheil des Gesteins bildet. Am schönsten findet es sich in denjenigen Gesteinen, in welchen der Pyroxen als Grundmassengemengtheil zurücktritt, wie es in einem Amphibol-Biotit-Andesit des Piñan der Fall ist. Dieses farblose Glas wird nun allmälig dunkler nnd nimmt in vielen Pyroxen-Andesiten eine deutliche braune Färbung an. Wenn es auch nicht möglich ist, das Vorkommen des farblosen und braunen Glases als von den Grundmassengemengtheilen abhängig hinzustellen, so kann man doch behaupten, dass sich das braune Glas besonders in den pyroxenreichen Grundmassen vorfindet. Bei ihnen beobachtet man besonders schön die bekannte Erscheinung, dass sich das Glas gern in Buchten zwischen den Krystallen anzusammeln pflegt. Die krystallinen Gebilde treten hier sehr zurück; man beobachtet aber oft Entglasnngsprodukte in Form von Globuliten nnd Longuliten. Solch ein typisches

Glas bietet besonders schön das Gestein dar, welches in der Nähe von Puntal auf dem Wege von Tuza nach dem Rio Chota von losen Blöcken geschlagen wurde. Es ist dies eine dichte schwarze Lava mit schönem Fettglanz. Das in den Buchten angesammelte Glas zeigt immer eine dunklere Farbe als das umgebende, eine Erscheinung, die wohl durch das Fehlen der eisenhaltigen Ausscheidungen, Augit und Magnetit, hervorgerufen sein mag, wie wenigstens folgendes, in Figur 19 dargestelltes Beispiel vermuthen lässt: In einem Pyroxen-Andesit aus der Quebrada zwischen Huaca und Tuza hat sich in den Buchten der grösseren Feldspatheinsprenglinge dunkelbraunes Glas in grösserer Menge abgesondert. Die eine Seite dieser Glasmasse wird von einem grösseren Angitkrystall begrenzt; mitten in dem Glase liegen einige kleine Augitmikrolithen. Diese sowohl wie die an dem Glase liegende Seite des grossen Augitkrystalls sind von einem Krystallisationshof von farblosem Glase umgeben, sodass hier das farblose Glas in das braune übergeht. Das Glas der Grundmasse ist farblos. In ihm liegen wie ein dichter Filz Feldspath-, Angit- und Erzmikrolithen. Das braune Glas ist rasch erstarrt und hat keine Zeit gehabt, sich vollständig krystallinisch zu differenziren. In dem Glase der Grundmasse haben die eisenhaltigen Augitmikrolithen ebenso wie die Magnetitkörnchen die färbende Eisensubstanz in sich aufgenommen und das Glas entfärbt, wie dies die kleinen Angitmikrolithen mit dem sie dicht umgebenden braunen Glase gethan haben. In dem braunen Glase fehlen die in der Grundmasse so zahlreichen Magnetitkörnchen. Nur in den kleinen Augitmikrolithen sieht man etliche feine schwarze Körnchen.

Wenn man die Reihen der hier untersuchten Gesteine überblickt, so fallen sofort die Handstücke ins Auge, welche nicht einfarbig sind, sondern auf dunklem Grunde rothe Bänder und Flecke zeigen. Es repräsentiren diese Stücke die sogen. Piperno- oder eutaxitische Structur. Die Bänder zeigen verschiedene Breite und Form. Manchmal sind sie schmal und liegen zu mehreren nebeneinander, während sie in andern Fällen breite unregelmässige Flecke bilden. An einem Amphibol-Andesit ist die eine Hälfte vollständig roth und die andere grau. Ich glaube, dass diese Erscheinungen durch eisenhaltige Infiltrationen entstanden sind. — Dass diese eisenhaltigen Gewässer aber die Gesteine in so wechselnder Weise gefärbt haben, liegt in der verschiedenartigen Structur der Grundmasse begründet. Auch an einfarbigen Gesteinen bemerkt man oft einen Wechsel in der Ausbildung. Mitten in glasiger Basis liegen zuweilen rundliche Flecke mit zahlreichen Feldspathen in der Grundmasse. Je mehr Glas ein Gestein enthält, um so dichter ist es und um so weniger Angriffspunkte bietet es den Atmosphärilien dar. Es ist also klar, dass die letzterwähnten, an Feldspath reichen und deshalb glasärmeren Stellen sich eher färben werden wie die glasigen. Die Färbung erfolgt auf zweierlei Art: entweder werden nur die Augite der Grundmasse durch das Eisenhydroxyd orange-

roth gefärbt oder auch das Glas selbst. Das erstere ist der häufigere Fall. In den meisten makroskopisch röthlich aussehenden Gesteinen sind nur die Augite gefärbt. Ein sehr schönes Beispiel dafür bietet ein Amphibol-Biotit-Dacit der Escaleras-Berge aus dem Derumbo an der rechten Seite des Perugache-Thales. Die Structurverschiedenheit der Glasbasis, die sich durch eine verschiedene Färbung derselben offenbart, ist aber eine so ausserordentlich feine, dass sie selbst mit der stärksten Vergrösserung nicht wahrgenommen werden konnte. Und dennoch muss sie vorhanden sein; denn es läge ja sonst kein Grund vor, weshalb die Eisenlösung nicht das Glas durchweg gleichmässig gefärbt haben sollte. Am deutlichsten findet sich diese Erscheinung in den Gesteinen mit brauner Glasbasis, so z. B. besonders schön in einem Pyroxen-Andesit vom Grunde des Hondon de Chumaví am Cotacachi und in einem Amphibol-Pyroxen-Andesit vom Hochlande von Tulcan-Rio Chota unterhalb El Tun an der rechten Seite des Chota-Thales.

Schliesslich wird eine weitere Strukturverschiedenheit dadurch hervorgerufen, dass sich staubförmige Erzpartikelchen an gewissen Stellen in ungeheurer Menge angesammelt haben. Es entstehen so fast vollkommen undurchsichtige Parthien. In dem von dem ebengenannten Cotacachi-Gestein angefertigten Schliff sind gelbe, braune und schwarze Flecke vorhanden.

### *Ausscheidungen und Einschlüsse.*

Dieser allgemeinen Uebersicht über die in den Laven des Hochlandes zwischen Tulcan und dem Rio Chota, ferner des Piñan, Cotacachi und der Escaleras-Berge vorkommenden Mineralien soll sich nun eine Darstellung der localen Ausscheidungen und der Einschlüsse anschliessen. Die von Herrn Dr. Reiss der mineralogisch-petrographischen Sammlung der Universität Berlin geschenkte Serie enthält ungefähr 10 solcher Handstücke. In den Sammlungen der Herren Dr. Reiss und Dr. Stübel fand sich noch eine bedeutende Anzahl anderer, die meistens in den folgenden Untersuchungen verwerthet worden sind.

#### Lokale Ausscheidungen.

Beim Durchsehen von Sammlungen ecuatorianischer Laven fallen einem oft Stücke in's Auge, die einen ganz anderen äusseren Habitus besitzen, wie man ihn gewöhnlich bei den Laven zu sehen gewöhnt ist. Die porphyrische Structur ist verschwunden und an ihre Stelle mehr die körnige getreten. Die Grösse dieser Ausscheidungen wechselt sehr; man findet sie von mikroskopisch kleinen bis über faustgrossen Stücken. Die obere Grenze geht häufig über die gewöhnliche Grösse der Handstücke hinaus und

lässt sich infolge dessen schlecht beurtheilen. — In der Regel sind es helle Gesteine, da fast immer der Feldspath der vorherrschende Gemengtheil ist. Je nachdem sich in ihnen zum Feldspath Pyroxen beziehungsweise Erz einerseits, oder Hornblende andrerseits zugesellt, ist ihre Farbe eine graue oder mehr röthliche.

Die mineralogische Zusammensetzung der Ausscheidungen richtet sich nach der des umgebenden Gesteins. Meistens finden wir alle Mineralien des letzteren in der Schliere vertreten. Auch der Quarz macht hiervon keine Ausnahme; er wurde in der Ausscheidung eines Amphibol-Biotit-Dacites des Piñan (vom steilen Abstieg nach Pucará de Reyes) beobachtet.

Ausscheidungen wurden in allen Unterabtheilungen der Andesite und Dacite mit Ausnahme der Amphibol-Pyroxen-Dacite gefunden. Sie stammen vom Cotacachi und Piñan. Hauptsächlich von letzterem Bergzuge liegt eine grosse Anzahl von Handstücken mit localen Ausscheidungen vor.

Der Feldspath ist in allen Ausscheidungen vorherrschend. Als schärfster Unterschied zwischen ihm und dem Feldspath des Hauptgesteins muss das häufige Fehlen der Zwillingslamellen und der Zonarstructur genannt werden. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die Feldspathe kleinkörnig werden. In einem Amphibol-Dacit des Piñan und in einem Amphibol-Pyroxen-Andesit des Cotacachi dagegen sind die grossen allotriomorphen Feldspathe ganz mit Albit- und Periklinlamellen angefüllt. Zonarstructur ist aber nur in ganz wenigen Fällen beobachtet worden. Die Einschlüsse im Feldspath sind dieselben wie in den Feldspathen des Muttergesteins. Vielfach sind dieselben so reich an Glas, dass ihre Substanz wie ein Spiegelrahmen nur einen mehr oder weniger breiten Rand um die Glasmasse bildet. — In reichlich mit Glas versehenen Schlieren gelangt der Feldspath häufig zu krystallographischer Begrenzung, die unregelmässige Ausbildung ist aber die häufigere.

Die Pyroxene sind als Augit und Hypersthen vertreten. Beide kommen in grossen Krystallen und kleinen rundlichen Körnern vor und zeigen dieselben Eigenschaften wie die Pyroxene des Muttergesteins. Das Mengenverhältniss zwischen Augit und Hypersthen scheint dasselbe wie im Muttergestein zu sein.

Ueber die Hornblende und den Glimmer ist nicht viel zu sagen. In den Amphibol-Ausscheidungen kommt die Hornblende sowohl in der grünen, als auch besonders in der braunen Varietät vor. Sie wie der Glimmer stimmen in ihren charakteristischen Merkmalen ganz mit den Amphibolen und Biotiten des Muttergesteins überein. Häufig ist in den Ausscheidungen bei den Hornblenden die Zwillingsbildung nach dem vorderen Pinakoid $\infty P \bar{\infty}$ (100) in Form einer das ganze Individuum durchsetzenden Lamelle beobachtet worden.

Neben dem braunen **Apatit**, der nur in einem Beispiel in einem Pyroxen-Amphibol-Andesit gefunden wurde, sind noch zwei Mineralien zu nennen, die fast ausschliesslich in den Ausscheidungen beobachtet worden sind. Es ist dies der **Zirkon** und der **Tridymit**. Der erstere, der in zwei Amphibol-Andesiten des Piñan zur Ausscheidung gelangt ist, stellt entweder lange Säulen mit pyramidaler Zuspitzung oder kurzgedrungene Krystalle dar. Seine zur Längsaxe orientirte Auslöschung, sein positiver Charakter der Doppelbrechung und seine hohen Polarisationstöne lassen ihn leicht als Zirkon erkennen. Sehr auffallend ist es aber, dass der Tridymit, dessen häufiges Vorkommen in den südamerikanischen Laven vielfach hervorgehoben wird, in den untersuchten Gesteinen so selten ist. Ich habe ihn, abgesehen von einem Beispiele, wo er in einem Amphibol-Andesit beobachtet wurde, nur in drei Ausscheidungen des Piñan gefunden. Er ist meistens ein Drusenmineral und stellt ein dachziegelförmiges schuppiges Aggregat von ausserordentlich geringer Doppelbrechung dar. Die Gesteine, in welchen er vorkommt, lassen keine Umwandlungserscheinungen erkennen, und man kann daher annehmen, dass der Tridymit auch aus dem Gesteinsmagma selbst, allerdings als einer der letzten Gemengtheile, sich herausgebildet und kleine vorhandene Drusen ausgefüllt hat.

Die verschiedene **Structur der Ausscheidungen** wird durch das Vorhandensein oder Fehlen des Glases hervorgerufen. In den meisten Fällen dient das Glas als Verkittungsmasse für die grossen Krystalle. Wenn dieselben an Menge zurücktreten und das Glas vorherrschend wird, so geht die Structur in das Porphyrische über und die Ausscheidungen ähneln dann sehr den Muttergesteinen. Die zwischen den grossen Krystallen vorhandenen Lücken sind mit klarem braunem Glase ausgefüllt. Makroskopisch zeigen derartige Gesteine ein körniges Aussehen. Nur durch das Vortreten besonders grosser Krystalle werden wir an die porphyrische Structur erinnert. Dieser Eindruck schwindet aber vollständig in den Ausscheidungen, in denen das Glas sehr zurücktritt oder gänzlich fehlt. Wir finden hier fast die granitisch körnige Structur der Tiefengesteine wieder. Die Gemengtheile sind allotriomorph ausgebildet. Nur in Buchten, wo sich das Glas in grösserer Menge angesammelt hat, zeigen die kleineren Krystalle die für sie charakteristischen Formen. Die Trennung zwischen Muttergestein und Ausscheidung ist so scharf, dass man idiomorphe und allotriomorphe Ausbildung an ein und demselben Krystall finden kann, je nachdem er in die Grundmasse des Muttergesteins oder in die Ausscheidung hineinragt. Durch die auffallend gleiche Grösse der kleineren Individuen, aus denen einige grössere hervorragen, entsteht eine pseudoporphyrische Structur. Es ist bemerkenswerth, dass der Feldspath stets die Rolle der kleineren Gemengtheile übernimmt, in welchen grosse Augite und Hornblenden eingebettet liegen. — Das Auffallendste hierbei ist jedoch, dass die zuletzt beschriebene

Ausbildung in eine Parallelstructur übergehen kann. Es liegen dann die Gemengtheile nicht mehr wirr durcheinander, sondern es wechseln Lagen von Feldspath und Lagen von Hornblende beziehungsweise Erz miteinander ab. Von dieser Ausbildungsweise liegen zwei Handstücke vom Cotacachi und ein drittes vom Piñan vor. Gesteine dieser Art erinnern makroskopisch wie mikroskopisch lebhaft an die Structur der krystallinen Schiefer.

### Einschlüsse.

Zuweilen finden sich in den Laven fremde Gesteine eingeschlossen. Wenn diese dasselbe Material wie die Lava darstellen, so kann man Ausscheidungen und Einschlüsse oft gar nicht von einander unterscheiden. Als Einschlüsse müssen aber unbedingt diejenigen angesehen werden, welche einen ganz andern Charakter, z. B. den der Tiefengesteine oder der Sedimente tragen. Diese erleiden durch die Lava eine Umänderung dahin, dass sie entweder eine glasige Rinde erhalten, oder ganz und gar gefrittet werden.

Zwei solcher fremder Einschlüsse fand ich unter den Gesteinen des Cotacachi. Dieselben waren in der Schutthalde oberhalb Tiocungo aufgelesen worden. Es sind beides umgewandelte Sandsteine von rother und weisser Färbung. An dem rothen Stück ist die Rinde 1 cm breit vollständig umgewandelt worden. Im Innern erkennt man noch deutlich den quarzitischen Habitus der Einschlüsse.

## Auftreten der beschriebenen Gesteine in der Natur.

An die mineralogisch-petrographische Beschreibung der im nördlichen Theile der ecnatorianischen Andes gesammelten Gesteine schliesse ich nun eine Zusammenstellung, welche im Anschluss an ihre geographische Vertheilung die einzelnen Vorkommen näher charakterisiren soll.

### *1. Hochland von Tulcan-Rio Chota.*

Wenn man von Colombia aus die westliche Kette der ecuatorianischen Cordillere bereist, so betritt man zuerst das grosse Hochland, welches sich zwischen Tulcan und dem Rio Chota ausdehnt. Der grössere Theil der ans diesem Gebiet vorliegenden Handstücke besteht ans Pyroxen-Andesit. Im nördlichsten Theil, bis zur Qnebrada vor dem Orte Pnntal (2672 m), scheint ein dichter schwarzer Pyroxen-Andesit vorzuherrschen, aus dessen schwarzer Grundmasse trübe weissliche Feldspathe und schwärzlichgrüne Pyroxene hervorragen. Znweilen sind diese Gesteine von einer weissen beziehungsweise gelblichen Verwitterungsrinde nmgeben. Von dem Gestein des Alto de Pncará (3122 m), welches einen granen, reichlich mit Feldspathen und schwarzen Augiten erfüllten Pyroxen-Andesit darstellt, ist das eine der vorliegenden Handstücke von den andern durchaus verschieden. Es ist etwas heller und zeigt sehr schöne grüne Olivine, die den andern Handstücken desselben Fundpunktes vollständig fehlen. Das auf dem Wege von El Posta (ca. 3000 m) nach El Tnn (2395 m) am rechten Abhang des Chota gefundene Gestein ist ein schwarzer Pyroxen-Andesit mit wenig hervortretenden Einsprenglingen von Feldspath und Pyroxen. Unterhalb El Tun tritt in mächtigen Blöcken ein hellgraues Gestein auf, welches grosse Einsprenglinge

von Feldspath zeigt und sich unter dem Mikroskop als ein Pyroxen-Amphibol-Andesit herausstellt. Eine Abart davon von demselben Fundort stellt ein schmutzigrothes dichtes Handstück dar, welches makroskopisch Feldspath, Augit und kleine glänzende Hornblende-Säulchen erkennen lässt. Die bei S. Vicente am rechten Ufer des Chota vorkommende Lava, welche den dritten in diesem Gebiet vorkommenden Amphibol-Pyroxen-Andesit darstellt, ist schmutziggrau und ziemlich verwittert. An Einsprenglingen erkennt man darin nur Feldspathe.

Nach dem Rio Chota zu werden die Andesite wieder dunkler. An der Chota-Brücke (1532 m) sind mehrere Gerölle gesammelt worden, von welchen zwei Pyroxen-Andesite von schmutziggrüner beziehungsweise -brauner Farbe sind. Beide lassen deutlich Augite und grössere Feldspathe hervortreten. In dem letzteren Handstück sind die Feldspathe braunroth gefärbt. Auch ein Amphibol-Dacit ist hier als Gerölle gefunden worden. Es ist ein hellgraues Gestein mit deutlichen Feldspathen, Hornblenden, Quarzen und Glimmerblättchen. Mikroskopisch ist noch Apatit in reicher Menge zu bemerken gewesen. Als anstehend an der Chota-Brücke wurde ein schmutziggrauer, ziemlich dichter Amphibol-Andesit bezeichnet. Es ist dies das einzige unter den hier untersuchten Gesteinen, dessen Grundmasse ein körniges Gefüge angenommen hat. Auch am linken Gehänge des Chota wurden Blöcke gefunden, die in ihrer hellgrauen Farbe und ihrem sonstigen Habitus mit dem oben genannten Gestein von El Tun deutlich übereinstimmen.

Die in dieser Arbeit untersuchten alten Gesteine sind grösstentheils an der Chota-Brücke als Gerölle gefunden worden. Wenigstens ist dies bei den beiden Gneisen, dem hellen Glimmerschiefer und einem Diorit der Fall. Von den beiden dunklen Glimmerschiefern stammt der eine von der Brücke des Rio Puntal (ca. 2700 m) nahe Rumichaca de Tuza und der andere von dem linken Gehänge in der Höhe von Casas del Chota (1550 m).

Erwähnen will ich zuletzt noch einen Kalksinter von Rumichaca de Tuza. Es ist dies ein schönes weisses Gestein, das an den Aussenseiten und auf Sprüngen verwittert und infolge dessen gelb gefärbt ist. Dieses marmorartige Gestein ist durch Quellabsatz entstanden und hat sich nach und nach über den Fluss hinweggeschoben, sodass eine natürliche Marmorbrücke entstanden ist in ähnlicher Weise, wie sie Scrope[1]) bei Clermont beschrieben hat.

[1]) G. Poulett Scrope: The Geology and extinct Volcans of Central France. Sec. Ed. London 1858, p. 22.

## 2. Piñan.

In dem Gebiet des Piñau treteu die dunklen Pyroxen-Andesite sehr zurück. Nur etwa ein Viertel der ganzeu Piñan-Gesteine sind deuselben zuzurechnen. Das Geröll vom Rio Cariyaco (2317 m) stellt eineu typischeu schwarzeu Pyroxen-Audesit dar. Eiu anderes Gerölle ebeudaher bildet eiu hellgraues Gestein mit vielen weissen Feldspatheu und bis 1 cm grossen Augiten. Die Grundmasse tritt sehr in den Hintergrund. Der schwarze Pyroxeu-Andesit von Puente de St. Rosa am Rio Chota (1520 m) mit kleinen Feldspathen und Pyroxenen zeigt eine dichte schwarze Ausscheidung. Auch vom Rio Cachiyaco bei Baños de Cachimbiru (2534 m) besitzen die Gesteine mehr eine dunklere Farbe. Sie enthalteu zum Theil Amphibol und stellen Amphibol-Pyroxen-Andesite dar, von welcher Gesteinsart mehrere Handstücke vorliegeu. In der Hauptmasse bestebt der Piñan aus hellen Ampbibol-Biotit-Andesiten beziehungsweise Daciten. Aus dem Derumbo, welcher 1868 die Hacienda del Hospital verschüttete, sind zwei Amphibol-Biotit-Dacite aufgelesen wordeu, vou denen der eiue weisslich, der andere roth ist. Beide zeigen schöne bis 4 mm grosse Feldspathe und kleine Quarzkörner. Das weissliche Gestein lässt auch Glimmer in kleinen Blättchen hervortreteu. Die Lava vou S. Miguel (3481 m) besteht aus einem grauen mit grossen Augiteu und kleineren Feldspatheu durchsetzteu Gestein, das in einem audern Handstück in eine schwärzlichgraue Abart übergeht, aus welcher weissliche sehr kleine Feldspatbe hervorrageu.

Das Hauptgestein dieses Gebietes macht das Gipfelgestein des Yaua-Urcu (4556 m), ein Amphibol-Biotit-Dacit, aus. Es ist dies eiu bellgraues bis gelbliches dichtes Gestein mit kleinen sehr zurücktretendeu Feldspatheu, grosseu Glimmertafeln nnd kleineren Quarzkörnern. Durch secundäre Umänderung hat es bisweileu eine rothe Farbe angenommeu. In dem Sattel zwischeu dem Ost- und West-Gipfel des Yana-Urcu (4358) ist es mehr in's Dunkelgraue übergegangeu. Auch die aus dem Derumbo des Westgipfels gesammelten Gesteine zeigeu dasselbe Ausseheu.

Die Laven von Pucará (3615 m) am steilen Abstieg nach der Quebrada de Pucará de Reyes (3331 m) sind graue mitteldichte Amphibol-Pyroxen-Dacite mit schönen grossen Feldspathen. Das eine Handstück ist stark verwittert. Aus diesem Gebiet stammeu auch zwei rothe Lavaarten, vou denen jede eine blaugraue Ausscheidung enthält. Die Structur der ersteren erinnert an diejenige der krystallinen Schiefer; die zweite bildet eine feinkörnige Grundmasse von Feldspath und Hornbleude, aus welcher grössere Feldspathe und kleinere Biotitblättchen hervorragen. Aus der Quebrada zwischeu Tumbabiro und Rio Cachiyaco bei Ingenio liegen hellgraue Gesteine vor,

von denen das eine dunklen Glimmer und Quarz führt. In dem andern ist der Glimmer durch Verwitterung hellgelblich geworden. Ebendaher stammt auch der oben erwähnte grossporige weisse Hornblende-Bimsstein. Als Gerölle aus dem Rio Cruzcacho bei Cahuasquí (2129 m) liegen ein hellgrauer und ein schwärzlicher Pyroxen-Andesit, ein hellgrauer Amphibol-Pyroxen-Andesit und ein lichtröthlicher mit grossen Feldspathen, braunen Hornblenden und Glimmern versehener Amphibol-Biotit-Andesit vor. Die graue, glänzende Hornblendeleisten enthaltende Lava von Cachimbirn zeigt eine 4 cm breite rothe Verwitterungsrinde. Die Lava von Puente del Allyaco, Weg von Hacienda del Ingenio (2094 m) nach Cachimbiru (2534 m), ist ein schwarzer Hornblende-Biotit-Andesit mit vielen klaren Feldspathen, schwärzlichen Hornblenden und frischen Glimmerblättchen. Das Gestein ist auf der Oberfläche vielfach leicht verwittert.

Von alten Gesteinen enthalten die Sammlungen eine Anzahl Handstücke aus der Gegend des Piñan, welche theils anstehendem Gestein entnommen sind, theils als Gerölle in den Flüssen gefunden wurden. In dem Rio Cariyaco ist ein grünlicher Diabasporphyrit mit Kalkmandeln aufgelesen worden, und ebendaher, vom Aufstieg von Rio Cariyaco nach El Balcon in ca. 3000 m Höhe, stammt ein dichter schmutziggrüner Diabas, der daselbst ansteht. Das Geröll aus dem Rio Chota von Puente de St. Rosa (1520 m) bei Salinas ist ein heller grobkörniger Diorit mit vielen Feldspathen und schwarzen Hornblendeleisten, auf deren Blätterdurchgängen sich öfters Biotit ausgeschieden hat. Mitten auf dem Handstück liegt eine feinkörnige schwarze Schliere, welche dieselben Mineralien enthält wie das Hauptgestein.

Das dichte tiefschwarze Gestein vom Rio Cariyaco bei Hospital hat sich bei mikroskopischer Untersuchung als ein kalkdurchtränkter Kieselschiefer herausgestellt. Beim Betupfen mit HCl nimmt man ein deutliches Aufbrausen wahr. Auf Klüften und Sprüngen hat sich reiner Kalk ausgeschieden.

### 3. *Cotacachi.*

Das an Pyroxen-Andesiten reichste Gebiet stellt der Cotacachi dar. Von den hier gesammelten Handstücken gehören ca. 70% den Pyroxen-Andesiten, 7% den Amphibol-Pyroxen-Andesiten, 18% den Amphibol-Andesiten und nur 5% den Amphibol-Daciten an.

Auf der Felsumwallung der Cuicocha (ca. 3100—3500 m) sind Pyroxen- und Amphibol-Andesite gefunden worden. Die ersten unterscheiden sich äusserlich durch ihre Farbe. Während das Handstück vom Süd-Rande der Umwallung grau ist und kleinere Feldspathe und Pyroxene hervortreten lässt, stellt sich das Handstück vom

Nord-Rande als ein Gestein mit dichter ziegelrother Grundmasse dar, in welcher man ganz kleine weisse Feldspathe nnd dnnkelgrüne Pyroxene erkennt. Das dritte Handstück ist schwärzlichgran und zeigt sehr schöne kleine grüne Olivine. — Auch die Amphibol-Andesite sind vollständig von einander verschieden. Sie sind grau und röthlich und zeigen schöne klare Feldspathe nnd kleine Hornblendekörnchen. Auf dem Südrande der Umwallung wurden mehrere gelblichweisse Bimssteine mit kleinen schwarzen Hornblendesäulchen aufgefunden. Weitere Fundorte für Cotacachi-Gesteine bildeten die Umwallung nnd der Grund des Hondon de Chnmaví (3688 m). Von der ersteren stammen dichte graue Pyroxen-Andesite, die nur kleine Feldspathe und grössere schwärzliche Pyroxene erkennen lassen. In dem Grunde des Hondon herrschen die Amphibol-Andesite vor. Es sind schwärzliche und schmntzig röthliche, ziemlich dichte Gesteine mit dentlich hervortretenden Feldspathen und Pyroxenen. Ein dunkelgranes Gestein ist ziemlich verwittert und porös geworden. Ein anderes von diesen Gesteinen ist bläulichroth und giebt sich durch eingesprengte schwarze Fetzen als Agglomeratlava zu erkennen. Von den beiden Amphibol-Andesiten zeigt der eine in einer grünlichen dichten Grundmasse schöne, bis 6 mm grosse Hornblendesäulen. Die Feldspathe treten aber makroskopisch sehr zurück. Ein anderes Handstück zeigt in einer granen Grundmasse viele grosse Feldspathe und prachtvoll glänzende Hornblendesäulchen, die von $^1/_2$ mm bis zu 5 mm Grösse anwachsen. Die Lava beim Beginn des steilen Aufstieges von der Westseite der Cnicocha nach San Francisco Loma (4162 m) besteht aus einem dichten granen, durch weissliche Flecke von Feldspathsnbstanz unterbrochenen Pyroxen-Andesit. Die mächtige Lava dagegen von San Francisco Loma nahe Tiocungo (4341 m) ist hellgrau und lässt in einer dichten Grundmasse schöne Feldspathkrystalle und vereinzelte Pyroxene hervortreten.

Von der Lava von Tiocnngo liegen mehrere Handstücke vor. Es sind Pyroxen-Andesite, die bei derselben mikroskopischen Zusammensetzung doch äusserlich sehr verschieden anssehen. Das erste zeigt in einer durch Eisenhydroxyd roth gefärbten Grundmasse viele weisse Feldspathe und dunkelgrüne Pyroxene. Das andere Gestein ist grau und ziemlich dicht. Die darin liegenden Feldspathleisten sind sehr klein. Nicht ganz so dicht und etwas heller in der Farbe ist die Lava, welche auf dem von Tiocungo zum Gipfel des Cotacachi führenden Grate gefunden wurde. Die verwitterte Varietät dieser Lava liegt in einem gelblichbraunen Handstück vor. Die Verwitterung hat besonders die Grundmasse betroffen; die Feldspathe und Pyroxene sind nicht angegriffen. Sehr eigenthümlich ist eine mächtige Lavamasse desselben Fundortes. Dieselbe stellt ein schwarzes, mit hellen Feldspathen reichlich versehenes Gestein dar. In ihrem inneren Theile treten die Feldspathe sehr zurück und das Gestein wird sehr dicht. Alle diese

Laven von Tiocungo gehören den Pyroxen-Andesiten an. Aus der Schutthalde oberhalb Tiocungo stammen sehr verschiedenartige Gesteine, die alle der Gipfelpyramide des Berges angehören (Gipfel des Cotacachi 4966 m). Besonders sind ein dunkelrother, mit schwarzen Flecken versehener schlackiger Pyroxen-Andesit, jener schwarze, mit Hyalitkugeln bedeckte Pyroxen-Andesit und die beiden oben beschriebenen Einschlüsse von Sandstein zu erwähnen.

Auf der Cuchilla von Tiocungo selbst steht ein typischer schwarzer Pyroxen-Andesit an, aus dessen schwarzer Grundmasse helle glasige Feldspathe hervorragen. Es liegen davon verschiedene dichte Handstücke vor. Das poröseste Gestein zeigt bräunliche, durch Verwitterung entstandene Flecke. In einem andern Handstück ist das ganze Gestein durch Verwitterung grau gefärbt worden. Anstehend an der N.W.-Seite der grossen Schutthalde oberhalb Tiocungo wurde ein typischer schwarzer dichter Pyroxen-Andesit mit glasigen Feldspathleisten und einigen grösseren dunkelgrünen Pyroxenen gefunden.

Das untere Ende des grossen Putujurá-Derumbo von 1868 bei Topo bajo führt hauptsächlich Pyroxen-Andesit, der bisweilen, durch Eintreten von Hornblende in die Zusammensetzung, in Amphibol-Pyroxen-Andesit übergeht. Dieses Gestein ist hellgrau und ziemlich dicht und zeigt neben kleinen matten Pyroxenkörnern schöne grosse Hornblendekrystalle. In einem ähnlichen, mehr ins Gelblichgraue übergehenden Gestein fehlen die Pyroxene gänzlich, und es ist auf diese Weise ein Amphibol-Andesit entstanden. Die dunklen Hornblenden heben sich aus der hellen Grundmasse deutlich hervor. Die Dacite sind als Amphibol-Biotit-Dacite in einem Handstück vertreten. Dasselbe ist dicht und zeigt schöne entaxitische Structur, d. h. auf dunkelgrauem Grunde hellrothe Streifen. Die Feldspathe treten ihrer geringen Grösse wegen sehr zurück; die Hornblenden werden bis 4 mm gross. Alle andern von diesem Fundpunkt stammenden Gesteine gehören den Pyroxen-Andesiten an. Aber alle diese Gesteine sind trotz ihrer gleichen mikroskopischen Zusammensetzung äusserlich doch sehr von einander verschieden. Sie gehen vom Hellgrau bis in das Schwärzliche hinein und sind entweder reichlich mit kleinen Poren versehen oder vollständig dicht. Wenn die Feldspathe sehr klein und zahlreich sind, so verleihen sie dem Gestein ein gleichmässig körniges und helleres Aussehen; werden sie grösser und heben sie sich infolge dessen scharf von der schwärzlichen Grundmasse ab, so wird das Gestein porphyrisch. Ein Handstück von diesem Fundorte zeigt ein fleckiges, forellensteinartiges Aussehen. Ein anderes ist durch Verwitterung etwas röthlich geworden und enthält einen hellgrauen Einschluss.

Die letzten Gesteine des Cotacachi sind wieder heller und gehören in ihrer Mehr-

zahl den Amphibol-Andesiten an. Aus dem Rio Pizambizi liegt weisser poröser Bimsstein mit vielen kleinen Hornblenden und grösseren glasigen Feldspatheu vor. In dem Dernmbo de Peribuela (3872 m) auf der Loma der Hacienda an der N.N.O.-Seite des Berges in 2724 m Höhe sind Amphibol-Andesite nnd Amphibol-Dacite gesammelt worden. Von den ersteren zeigt der eine schöne entaxitische Structur, auf graublanem Grunde rothe Streifen. Das ganze Gestein macht einen röthlichen Eindruck, zumal auch die Hornblenden rothbraun gefärbt sind; die Feldspathe sind frisch nnd bis 5 mm gross. Ein anderer Amphibol-Andesit ist hellgran und erhält durch die grossen schwarzen Hornblenden ein echt porphyrischcs Aussehen; die Feldspathe dieses Handstückes sind sehr klein. Das drite von diesem Fnndort stammende Gestein ist ein Amphibol-Andesit, der durch Verwitterung ein gelbliches Aussehen angenommen hat. Eingesprengt sieht man glasige Feldspathe und schwarze Hornblenden. Ein sehr dichter grünlicher Amphibol-Andesit mit grösseren Hornblenden wurde als Geröll in dem Rio Alambi (2200 m) auf dem Wege von Imantá nach der Hacienda del Hospital an der N.O.-Seite des Berges gefunden.

Den Gegensatz zu diesen eben beschriebenen Gesteinen bildet die Lava, welche zwischen der Qnebrada Quitumbe und dem Rio Cariyaco an der N.N.O.-Seite des Berges ansteht. Sie stellt einen schwarzen, echt porphyrischen Pyroxen-Andesit dar, in dessen schwarzer Grundmasse kleine glasige Feldspathe und schwarze Pyroxene liegen.

Als letztes Gestein vom Cotacachi liegt von dem oberen Theile der Qnebrada Seca zwischen dem Ort Cotacachi und Imantá ein hellgrauer dichter Pyroxen-Andesit vor. In der dichten granen Grundmasse sind weisse Feldspathe und schwärzliche kleine Pyroxene zn erkennen.

### *4. Escaleras-Berge.*

Die Laven der Escaleras-Berge, unter welchem gemeinschaftlichen Namen die Berge von Cambugan oder Muenala (3579 m), Sigsicnnga (3470 m) und Chanchagran (3735 m) zusammengefasst werden, besitzen im Grossen nnd Ganzen eine mehr dnnklere Farbe. Es treten in diesem Gebiet Pyroxen-Andesite, Amphibol-Andesite, Amphibol-Pyroxen-Andesite und Amphibol-Pyroxen-Dacite anf. Ein Handstück, welches am Rio Cubí auf dem Wege von Perucho nach Escaleras geschlagen wnrde, stellt einen makroskopisch an Diabas erinnernden Pyroxen-Andesit von grünlicher Farbe dar. Der Feldspath ist, wie Betupfen mit HCl zeigt, fast vollständig in Kalkspath nmgewandelt worden. Das am Rio Cnbí anstehende Gestein ist schwarz und sehr dicht nnd lässt nur kleine Feldspathleisten erkennen. Ebendaher aus einer Qnebrada

nahe Moraspamba stammt ein schwarzes, schlackiges, frisches Gestein, dessen Blasenräume mit Serpentin erfüllt sind; der Feldspath bildet kleine glasklare Leisten. Im Gegensatz dazu steht das Gestein von dem zweiten Uebergang über den Rio Tanrichnpa, Escaleras-Weg. Es ist ein grauer Amphibol-Pyroxen-Dacit mit grösseren Feldspathen nnd Pyroxenen. Die Lava am Weg etwas über Peña blanca (3189 m), Abstieg von Escaleras nach Otavalo, ist ein röthlichgraner, stark verwitterter Pyroxen-Andesit mit deutlich hervortretenden Feldspathen und Angiten. Von dem nntersten Dernmbo zur rechten Seite des Perngache-Thales stammt ein Handstück mit ansgezeichneter entaxitischer Structur, ein Amphibol-Pyroxen-Dacit. Es ist ein blaugranes Gestein mit schmalen rothen Streifen. Man erkennt in ihm Feldspath, Hornblende und Glimmer. In dem zweiten (oberen) Derumbo an der rechten Seite des Perngache-Thales sind mehrere Handstücke gefunden worden, welche den Amphibol-Pyroxen-Andesiten angehören. Es sind dies schwarze dichte Gesteine mit deutlichen weissen Feldspathen, die in dem einen Handstücke theilweise gelb gefärbt sind. Hornblende und Pyroxene sind nur selten zu erkennen gewesen.

Zu erwähnen ist endlich noch ein Gestein, welches auf einer Excursion von Quito nach Perucho über den Guaillabamba gesammelt wurde und als den Escaleras-Bergen angehörend bezeichnet ist. Es besteht aus kleinen Körnchen eines rothgefärbten Amphibol-Andesites, die durch Kalk zusammengekittet sind.

# Figuren-Erklärung.

Fig. 1a und 1b. Zwei Feldspathskelette in Doppeltstiefelknechtform. An den beiden Einbuchtungen zeigt die Feldspathsubstanz eine andere Auslöschung wie an den übrigen Theilen. Die Einbuchtungen sind treppenförmig ausgezackt. (Vergl. p. 26.)

Fig. 2. Kreuzförmige Durchwachsung zweier Feldspathe, von denen jeder nach dem Albitgesetz verzwillingt ist. Die Axen der beiden Individuen bilden einen Winkel von 71°. (Vergl. p. 27.)

Fig. 3. Ein an die schriftgranitische Verwachsung von Quarz und Feldspath erinnernder Durchschnitt durch zwei Feldspathe. Es hat sich die eine Feldspathsubstanz in die Unebenheiten der andern hineingelegt, und beide sind gerade an dieser Stelle durchschnitten worden. (Vergl. p. 28.)

Fig. 4. Ein Feldspath, bei welchem nur der äusserste Rand glasfrei ist. Das glasreiche Innere setzt so scharf an dem einschlussfreien Rand ab, dass die zu äusserst liegenden Glaspartikelchen nach dem Rande zu eine gerade Linie bilden, während sie nach dem Kerne zu ausgezackt sind. (Vergl. p. 28.)

Fig. 5. Ein Feldspath, in welchem die Glaszonen vornehmlich einer Seite parallel laufen. (Vergl. p. 29.)

Fig. 6. Darstellung der Umschliessung eines etwas verrundeten Augitkrystalls (a) durch einen Feldspath. Der Augit ist bis auf die schmale vordere Seite umwachsen. (Vergl. p. 29.)

Fig. 7a und 7b. Durchkreuzungszwillinge von Augit nach $\infty P \bar{\infty}$ (100). Der eine (7b) umschliesst in der Mitte bei a einen Hypersthen. (Vergl. p. 32 und p. 35.)

Fig. 8. Strichförmige Interpositionen von Erz in Augit. Sie laufen in grosse Erzmassen aus. (Vergl. p. 33.)

Fig. 9. Eine Concretion von Erz- und Hypersthenkörnchen mit regelmässiger Umgrenzung. Dieselbe ist in einem Hypersthen eingeschlossen. (Vergl. p. 34.)

Fig. 10a und 10b. Die Lage der Mittellinien zu den krystallographischen Axen bei der Hornblende von Arendal vor und nach dem Glühen. Im ersten Falle bildet die Elasticitätsaxe c mit der Verticalaxe einen Winkel von 19° (Fig. 10a), nach dem Glühen fallen beide zusammen und a steht senkrecht auf der vorderen Endfläche. (Vergl. p. 40.)

Fig. 11. Unregelmässige Zonenbildung der Hornblende. In einem länglichen Krystall liegt ein fast kreisrunder Kern. (Vergl. p. 43.)

Fig. 12. Magmatische Corrosion der Hornblende. Der noch frische Kern ist von einer breiten Zone dichten Erzes umgeben, um welche ein schmaler Rand von Augitkörnchen herumläuft. (Vergl. p. 44.)

Fig. 13. Magmatische Corrosion der Hornblende. Es ist ein Gemenge von Erz- und Augitkörnchen entstanden, welches nach aussen und nach dem frischen Kerne zu von einer dichten opaken Zone begrenzt wird. (Vergl. p. 44.)

Fig. 14. Zonenmässige magmatische Corrosion der Hornblende. (Vergl. p. 45.)

Fig. 15a und 15b. Zwei mit magmatischem Corrosionsrand versehene Glimmertafeln. An den Stellen, wo fremde Krystalle anliegen, fehlt der Rand gänzlich. (Vergl. p. 48.)

Fig. 16. Ein durch magmatische Corrosion verrundeter Quarzkrystall ist von einem dichten, aus feinen Augitnädelchen bestehenden Saum umgeben. (Vergl. p. 49.)

Fig. 17. Ein Olivin, dessen oberer Theil parallel den Seiten des Doma $2\,P\breve{\infty}$ (021) dachförmig abgeschmolzen ist. (Vergl. p. 50.)

Fig. 18. Magmatisch corrodirter Quarz. In die Ausbuchtungen ist Grundmasse hineingedrungen. (Vergl. p. 49.)

Fig. 19. Das in einer Bucht von Feldspath angesammelte braune Glas wird durch Augit- und Erzmikrolithe entfärbt; infolge dessen sind der grosse Augitkrystall und die kleinen Augitmikrolithen von einem hellen Glashof umgeben. Das Glas der an Augit- und Erzmikrolithen reichen Grundmasse ist farblos. (Vergl. p. 56.)

---

# THESEN.

1. Die Auslöschungsschiefe der Hornblende ist von ihrem Gehalt an Eisenoxyd resp. Eisenoxydul abhängig.

2. Manche als Gneiss bezeichnete Gesteine müssen als dynamometamorphe Granite aufgefasst werden.

3. Die Grenze zwischen Augit-Andesit und Feldspathbasalt ist in keiner Hinsicht eine scharfe.

# VITA.

Natus sum Johannes Jacobus Maximilianus Belowsky Berolini anno h. s. sexagesimo quinto Idibus Aug. patre Ignatzio, quem iam morte mihi ereptum valde lugeo, matre Maria de gente Koch. Fidei addictus sum evangelicae.

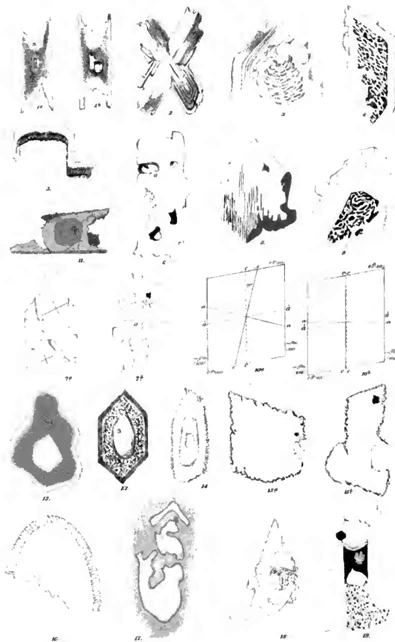
Gymnasium patriae frequentavi Coloniense. Testimonium ibi maturitatis adeptus, ut me cum philosophiae tum rerum naturalium disciplinae darem, undevicesimum annum agens inter cives academicos almae Fridericae Guilelmae Berolinensis receptus philosophorum ordini inscriptus sum. Ibi sex fere annos cum rebus naturalibus tum studiis mineralogicis et chemicis operam dedi.

Magistri academici mihi fuerunt viri doctissimi et illustrissimi:

v. Bezold, E. du Bois-Reymond, Dames, Dilthey, Eichler †, Engler, Gabriel, v. Hofmann †, Kiepert, Klein, Knoblauch, Kny, König, Koken, Kundt, Magnus, Netto, Pinner, Rammelsberg, Reinhardt, Rinne, Roth †, Schwendener, F. E. Schulze, Tiemann, Traube, v. Treitschke, Wesendonck, Zeller.

Experimenta feci in secundo Universitatis laboratorio chemico viro clarissimo Rammelsberg praeside atque in instituto petrographico, cui vir illustrissimus C. Klein praeest.

Omnibus, quos supra enumeravi, viris doctissimis optime de me meritis gratias ago quam maximas semperque habebo.



Lith. Anstalt v. C.L. Keller Berlin S.

DIE

# GESTEINE DER ECUATORIANISCHEN WEST-CORDILLERE

## VOM PULULAGUA BIS GUAGUA-PICHINCHA

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VON DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT DER FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

GENEHMIGT

UND NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN ÖFFENTLICH ZU VERTHEIDIGEN

AM 30. JUNI 1892

VON

RICHARD HERZ

AUS BERLIN

OPPONENTEN:

HERR A. KLAUTZSCH, CAND. PHIL.
HERR P. SIEPERT, SCHULAMTSCANDIDAT.
HERR O. FROMM, DR. PHIL.

BERLIN

DRUCK VON J. KERSKES

1892



Vorliegende Arbeit, welche ich einer hohen philosophischen Facultät als Inaugural-Dissertation vorzulegeu die Ehre habe, wurde auf Veranlassung des Herrn Geheimen Bergraths Prof. Dr. C. Klein unternommen und im mineralogisch-petrographischen Institnt hiesiger Universität ansgeführt. Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Bergrath Prof. Dr. C. Klein für die wohlwollende Unterstützung, welche mir derselbe während meines mineralogischen Studiums und besonders bei Ausführung der in vorliegender Arbeit mitgetheilten Untersuchungen in so reichem Masse zu Theil werden liess, meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen. Ebenso danke ich dem Assistenten am mineralogisch-petrographischen Institut, Privatdocenten Herrn Dr. F. Rinne für das stete Interesse, welches derselbe meinen mineralogischen Studien zuwandte, sowie für die Förderung, welche ich bei Anfertignng vorliegender Arbeit durch seinen bewährten Rath erfahren habe.

Auch darf ich es nicht unterlassen, den Herren Dr. W. Reiss und Dr. A. Stübel, den Forschern, die die im Folgenden beschriebenen Gesteine gesammelt haben, meinen wärmsten Dank dafür auszusprechen, dass sie mich bei Ausführung dieser Arbeit in der liebenswürdigsten Weise unterstützt haben.

---

# Vorwort und historische Einleitung.

Die Gesteine, deren Beschreibung im Folgenden gegeben ist, stammen vom Pululagua, den Calacalí-Bergen und vom Pichincha in Ecuador und wurden von den Herren Reiss und Stübel in den Jahren 1870—74 gesammelt. Bei ihrer Bearbeitung wurden drei Sammlungen benutzt: Zunächst eine von Herrn Dr. Reiss der Berliner mineralogisch-petrographischen Sammlung geschenkte, welche von den genannten Localitäten ca. 250 Handstücke enthält, sodann die Privatsammlungen der genannten Herren, jede ca. 400 Nummern aus dem behandelten Gebiet umfassend, so dass im Ganzen über 1000 Handstücke Berücksichtigung fanden, von denen ca. 250 im Dünnschliff untersucht wurden. Ausserdem wurden noch einige von Boussingault und A. v. Humboldt gesammelte und der Berliner mineralogisch-petrographischen Sammlung gehörige Gesteine berücksichtigt, welche mir von Herrn Geheimen Bergrath Prof. Dr. C. Klein zur Verfügung gestellt wurden.

Vorliegende Arbeit bildet die Fortsetzung zu zwei anderen Publicationen über die Reiss-Stübel'sche Sammlung, nämlich zu Küchs Bearbeitung der jungeruptiven Gesteine Colombias[1]) sowie zu der gleichzeitig mit vorliegender Arbeit erscheinenden Beschreibung der Gesteine des nördlichen Theils von Ecuador durch Belowsky.

In der bisherigen petrographischen Litteratur werden Gesteine vom Pululagua und von den Calacalí-Bergen nur selten erwähnt, die diesbezüglichen Stellen sollen später angegeben werden, zunächst möge hier eine Aufzählung und kurze Inhaltsangabe der vergleichsweise umfangreichen Litteratur folgen, welche petrographische Angaben

[1]) Reiss und Stübel: Geologische Studien in der Republik Colombia I. Berlin 1892.

über den Pichincha enthält:

A. v. HUMBOLDT: *Vues des Cordillères et monuments des peuples indigènes de l'Amérique. Paris 1810.*

A. v. HUMBOLDT: *Atlas géographique et physique des régions équinoxiales du nouveau continent. Paris 1814—34.*

A. v. HUMBOLDT: *Geognostischer Versuch über die Lagerung der Gesteine in beiden Erdhälften. Deutsch bearbeitet von Carl Cäsar Ritter v. Leonhard. Strassburg 1823.*

H. ABICH: *Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. Braunschweig 1841.*

A. v. HUMBOLDT: *Kosmos. Stuttgart-Tübingen 1845—62.*

S. WISSE und G. MORENO: *Exploration du volcan Rucu-Pichincha, faite par M. M. Séb. Wisse et Garcia Moreno pendant le mois d'août 1845 (Extrait). Comptes rendues de l'Académie des Sciences de Paris T. XXIII. 1846 p. 26.*

S. WISSE: *Rapport sur un mémoire de M. Wisse, intitulé: Études sur les blocs erratiques des Andes de Quito. Comptes rendues de l'Académie des Sciences de Paris. T. XXIX. 1849 p. 303.*

A. v. HUMBOLDT: *Geognostische und physikalische Beobachtungen über die Vulkane des Hochlandes von Quito. Kleinere Schriften. Stuttgart-Tübingen 1853.*

F. FÖTTERLE: *Die Geologie von Süd-Amerika. Petermanns geographische Mittheilungen. 1856 p. 187.*

H. KARSTEN: *Die geognostischen Verhältnisse des westlichen Columbien. Bericht der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wien. 1856. Wien 1858 p. 80.*

L. K. SCHMARDA: *Reise um die Erde in den Jahren 1853—57. Braunschweig 1861.*

J. ORTON: *Geological notes on the Andes of Ecuador. American Journal of Science. II. Serie. Bd. 47. 1869. p. 242.*

J. ORTON: *The Andes and the Amazon; or across the continent of South-America. London 1870: 3. Ausg. 1876.*

M. WAGNER: *Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika. Stuttgart 1870.*

A. ARTOPÉ: *Ueber augithaltige Trachyte der Anden (G. Roses Trachyte IV. Abth.). Göttingen 1872.*

G. v. RATH: *Ueber einige Gesteine aus dem Hochlande von Quito. Sitzungsberichte des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westphalens. Bd. 30. 1873 p. 229.*

G. v. RATH: *Beiträge zur Petrographie. I. Ueber einige Andesgesteine. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. 27. 1875 p. 295.*

TH. WOLF: *Geognostische Mittheilungen aus Ecuador. 4. Kritische Zusammenstellung der in Ecuador stattgefundenen Vulkan-Ausbrüche und Erdbeben seit der Zeit der Conquista. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1875 p. 152.*

C. A. GÜMBEL: *Nachträge zu den Mittheilungen über die Wassersteine (Enhydros) von Uruguay und über einige süd- und mittelamerikanische sogenannte Andesite. Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der kgl. bayrischen Akademie der Wissenschaften zu München. Bd. 11. 1881 p. 321.*

W. BRANCO: *Ueber eine fossile Säugethier-Fauna von Punin bei Riobamba in Ecuador. Nach den Sammlungen von W. Reiss und A. Stübel bearbeitet von W. Branco. Mit einer geologischen Einleitung von W. Reiss. Berlin 1883.*

T. G. BONNEY: *Notes on the microscopic structure of some rocks from the Andes of Ecuador, collected by E. Whymper. N. I Pichincha. Proceedings of the Royal Society of London. Bd. 36. 1884 p. 241.*

J. M. ŽUJOVIĆ: *Les roches des Cordillères. Paris 1884.*

H. KARSTEN: *Géologie de l'ancienne Colombie Bolivarienne: Vénézuela, Nouvelle-Grenade et Ecuador. Berlin 1886.*

A. STÜBEL: *Skizzen aus Ecuador. Berlin 1886.*

Der Pichincha erlangte bereits im vorigen Jahrhundert eine wissenschaftliche Berühmtheit durch die Gradmessung, welche **Bouguer** und **La Condamine** an seinem

Fusse in deu Jahren 1736—46 im Auftrage der französischeu Regierung ausführten. Die genannten französischen Akademiker hielten sich dabei längere Zeit in Quito anf und unternahmen von hier aus eine Besteigung des Pichincha (am 17. Juni 1742), wobei sie bis an dessen Kraterrand gelangten. Ein nennenswerthes petrographisches Interesse bieten die über diese Expedition veröffentlichten Arbeiten indessen nicht.

Die petrographische Erforschung des Pichincha beginnt erst mit A. v. Humboldt, welcher 60 Jahre nach Bonguer und La Condamine iu Quito weilte und von hier aus drei Mal den Pichincha bestieg: Der erste Versuch führte ihn nur anf einen der niedrigeren, als Picacho de los Ladrillos bezeichneten, Gipfel, währeud er bei den beiden anderen den Gipfel des Kraterrandes erreichte (14. April und 26. und 28. Mai 1802). In seinen Schriften finden sich zahlreiche auf den Pichincha bezügliche geologische Angaben vor, vor allem sind drei unter dem Titel „Geognostische und physikalische Beobachtungen über die Vulkane des Hochlandes von Quito“ veröffentlichte Abhandlungen[1]) zu nennen, welche neben allgemeinen geologischen Mittheilungen über das Hochland von Quito die Beschreibung der drei Pichincha-Besteigungen enthalten. Als Beilagen sind Berichte über Bouguers und La Condamines Pichincha-Besteigung, sowie über die von Wisse und Moreno beigefügt. Ansserdem finden sich in den anderen oben angeführten Schriften Humboldts mehrfach auf deu Pichincha bezügliche Bemerkungen zerstreut, welche, soweit sie besonderes Interesse bieteu, später an geeigneter Stelle angeführt werden sollen. Hier sei nur noch erwähnt, dass Hnmboldt eine „Hypsometrische Skizze“[2]) sowie eine Profilansicht[3]) des Pichincha veröffentlicht hat. Die erstere ermöglicht eine ungefähre Orientirung über die gegenseitige Lage der Gipfel und Schluchten des Pichincha, wobei aber zu beachteu ist, dass Humboldt in allen seinen Schriften die beiden Hanptgipfel, den Guagua- und Rucu-Pichincha, mit einander verwechselt. Hierin sind ihm alle späteren Autoren gefolgt, bis Wagner[4]) auf den Irrthum aufmerksam machte. Der Gnagua-Pichincha ist der südwestlichste, höchste Gipfel (4787 m),[5]) er bildet den Kraterrand und an ihn ist ausschliesslich die vulkanische Thätigkeit in historischer Zeit ge-

1) A. v. Humboldt: Kleinere Schriften 1853. p. 1.

2) A. v. Humboldt: Atlas géographique et physique etc. 1814—34. Pl. 27, mit Fortlassnng der meisten Namen wiedergegeben im Atlas der kleineren Schriften 1853. Tafel 10.

3) A. v. Humboldt: Vues des Cordillères etc. 1810. Pl. 61 und Atlas der kleineren Schriften 1853. Tafel 1.

4) M. Wagner: Naturwissenschaftliche Reisen etc. 1870 p. 470.

5) Diese wie alle folgenden Höhenangaben nach den Messungen von Reiss und Stübel. Vergl. Alturas principales tomadas en la República del Ecuador, en los años de 1870 y 1871 por W. Reiss y A Stübel. Quito 1871. Höhenmessungen in deu Repnbliken Colombia und Ecuador. Von Dr. Reiss und Dr. Stübel, zusammengestellt von Prof. Meinicke an Dresden. 12. Jahresbericht des Vereins für Erdkunde zu Dresden. 1875 p. 1. Ferner: Kiepert: Zur Uebersicht der Höhenmessungen in Colombia und Ecuador. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Bd. 11. 1876 p. 239 und Tafel III.

bunden; er ist es auch, welchen Humboldt zwei Mal bestieg. Der Rucu-Pichincha liegt nordöstlich von ihm und ist etwas niedriger (4737 m), eine vulkanische Thätigkeit ist von ihm nicht bekannt. Ein Vergleich der von Humboldt gegebenen Ansicht des Pichincha mit der neueren, bis in die kleinsten Details naturgetreuen Abbildung von Stübel[1]) zeigt, dass erstere ziemlich stark schematisch gehalten ist und die wahren Verhältnisse daher nur in unvollkommener Weise wiedergiebt.

Die Gesteine, welche Humboldt am Pichincha sammelte, sind von verschiedenen Seiten bearbeitet worden. So beschreibt Abich[2]) einen von Humboldt gesammelten schwarzen, pechsteinähnlichen Augit-Andesit vom Gipfel des Rucu-Pichincha, und Artopé,[3]) der die Augit-Andesite der Humboldt'schen Sammlung bearbeitete, einen ebenfalls dunklen, dem vorigen nach der Beschreibung sehr ähnlichen Augit-Andesit vom Pichincha. Auch in Humboldts Kosmos sind mehrfach Gesteine nach G. Roses Bestimmung angeführt.

Der nächste, der nach Humboldt den Pichincha bestieg, war Boussingault (im Jahre 1822). Die gesammten Gesteine, welche derselbe von seiner Reise durch Südamerika nach Europa brachte, sind in neuerer Zeit ausführlich von Žujović[4]) beschrieben worden. Diese Arbeit gewinnt dadurch ein besonderes Interesse, dass in ihr auch die alten Gesteine eine eingehende Besprechung erfahren haben, was in der übrigen oben angeführten Litteratur nur sehr wenig geschehen ist; auch tritt in ihr, da sie einen grossen Theil der südamerikanischen Andes umfasst, sehr deutlich die grosse Gleichartigkeit der dies Gebirge aufbauenden Gesteine hervor, besonders der jungeruptiven. Von alten Gesteinen giebt Žujović als vom Pichincha stammend allerdings nur einen Porphyrit an, der in feinkörniger Grundmasse Einsprenglinge von Labrador, Augit und Hornblende führt. Jüngere Pichincha-Gesteine lagen ihm dagegen in grösserer Zahl vor. Alle Laven vom Guagua-Pichincha sind nach ihm „andésites à pyroxène et à amphibole“, ihrem Aussehen nach theils grau und compact, theils roth und porös. Als Einsprenglinge führen sie gut ausgebildete Labradorit-Krystalle, grünen Amphibol, häufig mit Opacitrand, und Pyroxen, die beiden letzteren ungefähr in gleicher Menge, accessorisch Biotit, selten Apatit; ihre Grundmasse ist glasreich. Im Gegensatz hierzu sind die jüngeren Eruptivgesteine des Rucu-Pichincha der Boussingault'schen Sammlung Pyroxen-Andesite. Sie sind ebenfalls theils grau und compact, theils roth und porös, die ersteren führen neben dem herrschenden Pyroxen auch Amphibol; die Krystalle der

---

[1]) A. Stübel: Skizzen aus Ecuador 1886 p. 1.
[2]) H. Abich: Ueber die Natur vulkanischer Bildungen 1841 p. 57.
[3]) A. Artopé: Ueber augithaltige Trachyte etc. 1872 p. 17.
[4]) J. M. Žujović: Les roches des Cordillères 1884.

Grundmasse haben nach Žnjović das Aussehen von Bruchstücken der Einsprenglinge und die Feldspathmikrolithe besitzen hier nicht die gewöhnliche Leistenform, sondern sind mehr gleichmässig nach allen Richtnngen entwickelt, so dass das Gestein körnig erscheint.

Während die bisher genannten Reisenden bei ihren Pichincha-Besteigungen nur die Gipfel des Kraterrandes erreichten, stiegen Sebastian Wisse und García Moreno (August 1845) in den Krater selbst hinab. Nach ihrer Beschreibung ist der Krater durch eine von N.N.O. nach S.S.W. laufende Scheidewand in zwei Abtheilungen geschieden,[1]) von denen indess nur die westliche, tiefer gelegene noch thätig ist. Hier erhebt sich ein Auswurfskegel von 80 m Höhe, mit zahlreichen Fumarolen besetzt. Der Boden dieses westlichen Kraters ist mit einem Gemenge von Schwefel und vulkanischer Asche bedeckt, anstehend finden sich nach Wisse[2]) „porphyrartige Trachyte mit rother und gelber Grundmasse nnd mit weissen Krystallen; das rothe porphyrartige Gestein ist das herrschende". Hier sei bemerkt, dass die, n. A. auch von Humboldt getheilte Auffassung, der Pichincha besitze zwei durch eine Scheidewand getrennte Kratere, nach Stübel[3]) dahin zu corrigiren ist, dass sich an den einen Krater (den westlichen Wisses) seitlich ein von steilen Abhängen nmschlossenes ödes Thal anschliesst, die Quebrada seca, welches die früheren Besucher des Pichincha für einen zweiten, nicht mehr thätigen Krater hielten.

In den Jahren 1844—47 und 1848—56 bereiste Karsten das nördliche Südamerika. Seine beiden oben angeführten Arbeiten geben eine allgemeine Uebersicht über die geologischen Verhältnisse dieses Gebietes, ohne indessen speciell für den Pichincha Neues zu bringen. Ebenfalls wenig petrographisches Interesse bietet die Beschreibung von Schmardas Reise nm die Erde (1853—57), nur die Angabe eines Basalt-Vorkommens[4]) in der Nähe von Gnaillabamba, N.O. vom Pichincha, sei hier erwähnt.

Etwas mehr als durch die beiden zuletzt genannten Reisenden wurde die Kenntniss der petographischen Verhältnisse des Pichincha dnrch Wagner gefördert, welcher in den Jahren 1857—59 Mittel- und einen Theil von Süd-Amerika bereiste und am 24. Mai 1859 den Pichincha bestieg. Wie schon oben erwähnt, war er der erste, welcher auf Humboldts Verwechselung bei der Benennung der Pichincha-Spitzen aufmerksam machte.[5]) Die von ihm gesammelten Gesteine wurden von Gümbel bear-

[1]) S. Wisse nnd G. Moreno: C. R. 1846 p. 26 und A. v. Humboldt: Kleinere Schriften 1853 p. 77.
[2]) A. v. Humboldt: Kleinere Schriften 1853 p. 84.
[3]) A. Stübel: Skizzen aus Ecuador 1886 p. 3.
[4]) L. K. Schmarda: Reise um die Erde etc. 1861. Bd. III p. 262.
[5]) M. Wagner: Naturwissenschaftliche Reisen etc. 1870 p. 485.

beitet; unter ihnen befindet sich[1]) ein Hornblende-Andesit vom „Gipfel des Vulkan Pichincha von einem am S.O.-Kraterrande anstehenden Felsen" mit zonar gebanten Feldspäthen und corrodirter Hornblende in glasiger, durch Interpositionen getrübter Grundmasse, sowie ein Pyroxen-Andesit aus 14400' Höhe „in der Richtung gegen den Gnagua-Pichincha".

Als nächster Reisender, welcher den Pichincha besuchte, ist Orton zu nennen, der im Jahre 1867 als Mitglied einer nordamerikanischen Expedition das nördliche Südamerika durchquerte und im Oktober 1867 in den Krater des Pichincha stieg, den er übereinstimmend mit Wisse beschreibt und von dem er eine Abbildung giebt.[2]) In petrographischer Hinsicht hebt er[3]) die Seltenheit des Quarzes sowie das Fehlen von Basalt an den ecuatorianischen Vulkanen hervor, welch letztere Angabe indessen nicht völlig zutreffend ist. Bemerkenswerth ist ferner eine tabellarische Zusammenstellung[4]) der am Pichincha gesammelten Gesteine, fast sämmtlich „Trachyte", aber ohne nähere Beschreibung.

In den Jahren 1870—74 bildete Quito das Standquartier für die Reisenden Reiss und Stübel, welche von hier aus mehrfache Excursionen nach dem Pichincha unternahmen, in dessen Krater sie sich mehrere Tage (18.—28. Juli 1870) aufhielten. Die allgemeinen petrographischen Verhältnisse des Hochlandes von Quito hat Reiss in der geologischen Einleitung zu einer paläontologischen Arbeit[5]) dargelegt. Danach besteht die östliche der beiden ecuatorianischen Parallelketten der Cordilleren in ihrem Unterban aus krystallinischen Schiefern, in welchen Syenite und Granite auftreten, die westliche dagegen, welcher die in vorliegender Arbeit behandelten Berge angehören, aus (wahrscheinlich cretaceischen) Schiefern und Sandsteinen, welche von verschiedenen Grünsteinen durchsetzt sind. Auf diesen alten Gebirgen fanden die jüngeren Eruptionen statt, bei welchen Andesit gefördert wurde, welcher die jetzigen Cordillerengipfel bildet und die Abhänge der alten Gebirge fast vollständig bedeckt, so dass die älteren Gesteine nur selten zu Tage treten. Das zwischen beiden Ketten liegende Längsthal ist ebenfalls ganz mit Andesit und Andesit-Tuffen erfüllt. Dieser Arbeit ist eine topographische Karte des Hochlandes von Quito beigegeben. Ausser dieser geologischen Arbeit von Reiss ist noch eine, allerdings hauptsächlich topographische Beschreibung des Pichincha von Stübel[6]) zu erwähnen, welcher eine bis in die Details naturgetreue Abbildung des Berges beigefügt ist.

---

[1]) C. A. Gümbel: Sitzber. d. Münchener Akademie 1881 p. 349.
[2]) J. Orton: The Andes and the Amazon etc. 1876 p. 139 u. Tafel zu p. 134.
[3]) J. Orton l. c. p. 124.
[4]) J. Orton: American Journal of Science 1869 p. 246.
[5]) W. Branco: Ueber eine fossile Säugethier-Fauna etc. 1883.
[6]) A. Stübel: Skizzen aus Ecuador 1886 p. 1.

Ebenfalls im Jahre 1870 besuchte Wolf den Krater des Pichincha. Von seinen zahlreichen Beiträgen zur Geologie Ecuadors interessirt hier nur eine mit Benutzung der Archive von Quito aufgestellte Liste der Ausbrüche ecuatorianischer Vulkane.[1] Nach dieser reducirt sich die Zahl der von Humboldt[2] zu sechs angegebenen Ausbrüche des Pichincha auf drei, welche am 17./18. Oktober 1566, 8. September 1575 und am 27. Oktober 1660 stattfanden. Seit der letzten und grössten Eruption beschränkt sich seine vulkanische Thätigkeit auf das Ausstossen von Dampf. Gesteine, welche Wolf nach Bonn schickte, haben eine eingehende Bearbeitung durch v. Rath erfahren. Zunächst beschreibt letzterer[3] einen schwarzen Andesit vom Guagua-Pichincha; derselbe führt in zurücktretender glasiger Grundmasse Plagioklas, Amphibol, Pyroxen, Biotit, Olivin (?) und viel Magnetit. G. v. Rath hält dies Gestein für identisch mit dem von Abich beschriebenen Gipfelgestein des Pichincha. In einer anderen Arbeit beschreibt v. Rath[4] eine grössere Anzahl von Pichincha-Andesiten. Vom Gipfel des Guagua-Pichincha lag ihm ein Gestein mit röthlicher Grundmasse vor, welches als Einsprenglinge kleine weisse Plagioklase und bräunlich-schwarze Hornblendeprismen führt, seine Grundmasse erwies sich u. d. M.[5] als durch feine Mikrolithe getrübtes Glas. Eine zweite Varietät, nach Wolfs Angabe auf der Etiquette „das herrschende Gestein im unteren und westlichen Krater des Guagua-Pichincha", zeigt pechsteinartiges Aussehen und führt als Einsprenglinge zahlreiche Plagioklase, schwarze Hornblende, dagegen zurücktretend Augit und Magnetit und vielleicht auch etwas Olivin; die Grundmasse ist durch kleine schwarze Punkte getrübt, welche sich bei sehr starker Vergrösserung als „sternförmig oder dendritisch an einander gefügte Mikrolithen, wahrscheinlich von Magneteisen", darstellen. Vom Gipfel des Rucu-Pichincha werden ebenfalls zwei Gesteine beschrieben, das eine schwarz, fast dicht, mit nur sehr wenig Einsprenglingen, das andere lichtgelb mit zahlreichen Einsprenglingen, diese bei beiden Plagioklas und Augit. Endlich enthält die Sammlung einen Andesit aus der Cantera (Steinbruch) beim Panecillo in der Nähe von Quito, ein lichtgraues Gestein, welches in spärlicher amorpher Grundmasse Plagioklas und grünen Augit führt. Nach Wolf wird dieses Gestein in Quito als Bau- und Pflasterstein verwandt.

Zum Schluss ist noch Whymper zu nennen, der vom Dezember 1879 bis August 1880 die Andes von Ecuador bereiste und sich dabei mehrere Tage (21. bis

[1]) Th. Wolf: Neues Jahrbuch für Mineralogie 1875 p. 152.
[2]) A. v. Humboldt: Kosmos 1845—62. Bd. IV p. 190.
[3]) G. v. Rath: Sitzber. d. naturhist. Vereins für Rheinland und Westphalen 1873 p. 232.
[4]) G. v. Rath: Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1875 p. 304.
[5]) u. d. M. = unter dem Mikroskop.

23. März 1880) am Pichincha aufhielt. Die von ihm an diesem Berge gesammelten Gesteine haben eine eingehende mikroskopische Bearbeitung durch Bonney erfahren.[1]) Zunächst beschreibt Bonney mehrere Gesteine von der Spitze des Rucu-Pichincha; es sind Pyroxen-Andesite mit dichter grauer oder röthlicher Grundmasse, als Einsprenglinge führen sie zahlreiche zonar struirte Feldspäthe, zum grössten Theil Oligoklas, Pyroxen, z. T. Hypersthen, in deutlichen Krystallen, weniger Hornblende und Glimmer, alle Einsprenglinge umschliessen reichlich Eisenerz. Vom Guagua-Pichincha werden zwei Hornblende-Andesite beschrieben, sie enthalten in grauer Grundmasse idiomorphe Feldspäthe und grün-braune, stark pleochroitische Hornblenden, welche häufig corrodirt und von einem Opacitrand umgeben sind, dagegen tritt der Pyroxen, der hier ebenfalls z. T. Hypersthen ist, stark zurück. Diese Angaben über die Verschiedenheit der die beiden Hauptgipfel bildenden Gesteine stimmen überein mit den oben angeführten Beobachtungen von Žnjović und G. v. Rath. Endlich giebt Bonney noch vom Ninaurcu Pyroxen-Andesite an, welche in röthlicher Grundmasse glasführende Feldspäthe und Pyroxene (z. T. Hypersthen) enthalten.[2])

Ueber die sich nördlich an den Pichincha anschliessenden Calacalí-Berge habe ich in der Litteratur nur die Angaben v. Raths[3]) finden können, dass die Bimssteintuffe in der Nähe von Pomasqui faustgrosse Andesit-Bomben einschliessen, die in feinkörniger lichtgrauer Grundmasse Plagioklas, schwarze Hornblende und Magnetit führen, sowie dass in den Tuffen von Calacalí auf dem linken Ufer des Rio Esmeraldas grosse Grünsteinblöcke vorkommen. Derselbe Grünstein findet sich am rechten Flussufer anstehend und ist ein Diabas.

Gesteine von dem nach N. auf die Calacalí-Berge folgenden Pululagua endlich werden ebenfalls nur von v. Rath aus der schon beim Pichincha erwähnten Wolf'schen Sammlung beschrieben.[4]) Zunächst ein Andesit mit grauer Grundmasse und zahlreichen Plagio-

---

[1]) T. G. Bonney: Proc. of the Royal Soc. of London 1884 p. 241.

[2]) Während des Druckes erschien: E. Whymper, Travels amongst the great Andes of the Equator. London 1892. Aus der Beschreibung, welche Whymper in diesem Buche (p. 207—216) von seiner Pichincha-Besteigung giebt, geht hervor, dass er an den Rucu-Pichincha gar nicht gekommen ist; die Spitze, welche er so nennt, ist ein Theil des Guagua-Pichincha. Auch das von Ninaurcu angeführte Gestein stammt wohl vom Guagua-Pichincha und zwar von der Einsattelung des Kraterrandes zwischen den von Whymper als Rucu- und Guagua-Pichincha bezeichneten Felszacken. Danach sind die oben mitgetheilten Angaben Bonneys zu berichtigen.

[3]) G. v. Rath: Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1875 p. 320 u. 340.

[4]) G. v. Rath l. c. p. 304.

klasen, grüner Hornblende mit Magnetitrand, Biotit und Magnetit. Nach Wolf ist dies das anstehende Gestein des Pululagua, „die nördlichen und westlichen Kraterwände bestehen daraus. Es ist in dicke, gegen das Innere des Kraters aufgerichtete Bänke abgesondert". Dasselbe Gestein findet sich noch in einer rothen Varietät, bei welcher die Hornblende braun ist. Wie v. Rath an anderer Stelle[1]) angiebt, führt dieses Gestein in kleinen Hohlräumen Tridymit. Ferner enthält die Wolf'sche Sammlung aus dem Pululagua-Krater „dunkle schlackenähnliche Andesitvarietäten mit sehr kleinen weissen Andesinen und grünen Augiten". Ebenfalls als Product des Pululagua finden sich bei S. Antonio, $^1/_2$ Stunde vom Kraterrande entfernt, mächtige Schichten von Plagioklas und Hornblende führendem Bimsstein. Endlich erwähnt v. Rath noch einen Andesit, der in schwarzer, scheinbar dichter Grundmasse zahlreiche schneeweisse Andesine und Hornblendeprismen führt. Dieses Gestein wird in schmalen Gängen von einer „hellgrauen, fast bimssteinähnlichen Masse" durchsetzt.

[1]) G. v. Rath: Sitzber. d. naturh. Ver. Rheinl. u. Westphalen 1873 p. 232.

# Mineralogisch-petrographische Untersuchungen und Charakteristik der einzelnen Gesteinsvorkommen.

## A. Alte Gesteine.

Die im behandelten Gebiet vorkommenden alten Gesteine bilden gemeinsam mit cretaceischen Schiefern und Sandsteinen den Unterbau der West-Cordillere, auf dessen Kamm die vulkanischen Ausbrüche stattfanden, welche das Material der jetzigen, aus jüngeren Gesteinen bestehenden Andesgipfel lieferten. Diese jüngeren Eruptivmassen ergossen sich als Lavaströme über die Abhänge des alten Gebirges und füllten mit ihren Tuffen die Mulde zwischen beiden Ketten soweit aus, dass die alten Gesteine nur an wenigen Stellen zu Tage treten. Im Hochlande von Quito reichen die Erosionsschluchten in den vulkanischen Tuffen nach Reiss[1]) nirgends bis auf die alten Gesteine herab, diese zeigen sich vielmehr erst beim Durchbruch der Flüsse durch die Cordillere; nirgends übersteigen die aus den alten Gesteinen gebildeten Gebirge die Höhe von 4400—4500 m.

Ihrer Natur nach sind die älteren Gesteine nach Reiss[2]) „Grünsteine in reichster Varietäten-Entwicklung", welche cretaceische Schiefer durchsetzen. Siemiradzki[3]) giebt ein geologisches Profil durch beide Andesketten (allerdings aus den südlicher gelegenen Provinzen Guayaquil und Chimborazo), auf welchem der ganze Unterbau der Westkette als aus „altkrystallinen Gesteinen (Porphyren und Dioriten)" bestehend angegeben ist.

---

[1]) W. Branco: Ueber eine fossile Säugethier-Fauna etc. 1883 p. 11.

[2]) W. Branco l. c. p. 4.

[3]) J. Siemiradzki: Geologische Reisenotizen aus Ecuador. Ein Beitrag zur Kenntniss der typischen Andesgesteine. Neues Jahrbuch für Mineralogie. Beilage — Bd. IV 1886. Tafel VII.

In der vorliegenden Sammlung sind von alten Gesteinen ein Granit, einige Diorite und Diabase, hauptsächlich aber Porphyrite vertreten; die letzteren bilden ungefähr die Hälfte der Proben alter Gesteine (welche ihrerseits ungefähr $^1/_6$ der ganzen Sammlung ausmachen). Den oben angegebenen Lagerungsverhältnissen entsprechend stammen die meisten von Geröllstücken, nur wenige von anstehendem Gestein in den Schluchten der Flüsse am westlichen Abhang. Fast alle alten Gesteine sind sehr verwittert, so dass sich von einigen die ursprüngliche Natur kaum noch feststellen lässt.

## *I. Granit.*

Ein Granitvorkommen wird für das behandelte Gebiet in der Litteratur nicht erwähnt, obwohl Granit in den südamerikanischen Andes ein verbreitetes Gestein ist. Für Ecuador giebt Wolf[1]) das Vorkommen von zahlreichen Granitgängen und einem grossen Granitmassiv in der (südlichsten) Provinz Loja an. Als allen Graniten der Andes gemeinsam ist ihr Reichthum an Plagioklas hervorzuheben, welcher in seiner Menge dem Orthoklas oft gleichkommt, diesen in einigen Fällen sogar überwiegt, welch letzteres Verhältniss Žnjović[2]) für die Amphibol-Granite der Cordilleren angiebt.

Unter den vorliegenden Gesteinen vom Pichincha befindet sich eine „granitartige Ausscheidung oder Gang, 20′ mächtig, senkrecht stehend, Rio blanco, unterhalb der Vereinigung mit Rio del Volcan". Seinem makroskopischen Aussehen nach ist es ein gelblich-weisses, körniges, hauptsächlich aus Feldspath und Quarz bestehendes Gestein. Gegen diese beiden Gemengtheile stark zurücktretend erkennt man Hornblende in fast schwarzen, nadelförmigen Prismen, sowie zerstreut einige ziemlich grosse Pyritkrystalle, welche schon makroskopisch ihre theilweise Umänderung in Brauneisen erkennen lassen. Einige Stellen sind durch beginnende Epidotisirung grünlich gefärbt.

Bei mikroskopischer Betrachtung fallen zunächst Feldspath und Quarz auf, welche, zum grossen Theil schriftgranitisch mit einander verwachsen, die Hauptmasse des Gesteins bilden. Dagegen tritt Hornblende stark zurück, welche theils in einzelnen Krystallen dem Gestein eingesprengt ist, theils grössere Anhäufungen bildet. Endlich erkennt man Ansammlungen von Epidotkörnern, welche meist die Hornblende umgeben, sowie vereinzelt Pyrit. Hervorzuheben ist das gänzliche Fehlen von Glimmer und Magneteisen.

Der Feldspath ist zum grösseren Theil Plagioklas, doch spricht das makro-

[1]) Briefliche Mittheilung von Th. Wolf an G. v. Rath. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. Bd. 24 1876 p. 392.

[2]) J. M. Žujović: Les roches des Cordillères 1884 p. 59.

skopische Aussehen des Gesteins entschieden gegen seine Einordnung unter die Diorite, auch ist die Zahl der Orthoklase hierzu eine zu grosse. Die letzteren bilden einzelne grössere Krystalle, von denen die meisten Karlsbader Zwillinge sind. Ihre Form ist im Durchschnitt breit leistenförmig, der ganze Krystall also dick tafelförmig nach $\infty P \breve{\infty}$ (010), welche Fläche auch meist deutlich erkennbar ist, während die Leisten terminal in der Regel unregelmässig, seltener durch $\infty P$ (110) begrenzt sind. Grobe Spaltrisse nach $\infty P$ (110) sind meist zu erkennen. Als Einschlüsse finden sich nur Apatitnadeln und auch sie sind nur sehr spärlich vorhanden. Das Aussehen der Orthoklase ist infolge weit vorgeschrittener Kaolinisirung trübe, doch ist fast stets eine Randzone frisch und daher klar durchsichtig.

Reichlicher als Orthoklas ist Plagioklas vorhanden, der in zwei verschiedenen Formen auftritt. In seiner einen Ausbildung gleicht er ganz dem Orthoklas, nur sind seine Krystalle noch unregelmässiger begrenzt. Sie sind aus zahlreichen Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz aufgebaut, oft finden sich auch Karlsbader Zwillinge, deren beide Hälften von zahlreichen, meist sehr feinen Albitlamellen durchzogen sind. Auch Lamellen nach dem Periklingesetz kommen vor, sind aber selten.

Ausser in dieser Form tritt nun der Plagioklas noch in grosser Menge schriftgranitisch mit Quarz verwachsen auf (Fig. 1). Eine derartige „mikropegmatitische Verwachsung“ von Quarz und Plagioklas beschrieb schon Cohen[1]) von einem Kersantit bei Urbach in den Vogesen. Orthoklas scheint sich an dieser Verwachsung gar nicht zu betheiligen, denn auch Feldspathparthien, welche im parallelen polarisirten Lichte keine Zwillingslamellen erkennen lassen, zeigen solche, wenn man durch Senken des unteren Nicols sowie der über ihm befindlichen Linse die Parallelität des Lichtes aufhebt; diese Parthien sind also im Schliff so getroffen, dass ihre Zwillingslamellen gleichzeitig auslöschen. An einigen Stellen gelang es auch mit Anwendung dieses Mittels nicht, Zwillingslamellen zu erkennen, hier war jedoch die Kaolinisirung des Feldspathes eine so vollständige, dass auch bei ursprünglichem Vorhandensein von Lamellen ihre Wahrnehmbarkeit nicht mehr zu erwarten war. Man kann daher mit ziemlicher Gewissheit behaupten, dass im vorliegenden Granit nur Plagioklas schriftgranitisch mit Quarz verwachsen ist.

Quarz, nächst dem Feldspath der reichlichste Gemengtheil, ist zum grössten Theil mit diesem in der soeben besprochenen Weise verwachsen. Ausserdem tritt er in grösseren, auch schon makroskopisch sichtbaren, unregelmässig begrenzten Krystallen auf. In beiden Formen enthält er überaus zahlreiche, sehr kleine Flüssigkeitseinschlüsse.

---

[1]) E. Cohen: Ueber einige Vogesengesteine. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1883 I p. 199.

Ausserdem umschliesst er noch verhältnissmässig dicke Apatitnadeln, jedoch immer nur in sehr geringer Zahl, vielen Quarzen fehlen diese auch ganz.

Gegen die beiden besprochenen Gemengtheile tritt der dritte, die Hornblende, stark zurück. In den meisten Fällen bildet sie prismatisch gestreckte Krystalle mit vollständig allotriomorpher Begrenzung. Sie ist grün und nur sehr schwach pleochroitisch. Grobe, nicht sehr zahlreiche Spaltrisse nach $\infty$ P (110) treten in den grösseren Individuen deutlich hervor. Sie umschliesst häufig Feldspäthe, die dann gegen die Hornblende idiomorph begrenzt sind. Ueberhaupt ist letztere sehr häufig mit Feldspath verwachsen, z. T. bis zu so vollständiger gegenseitiger Durchdringung, dass das Bild an Schriftgranit erinnert, in welchem Hornblende (resp. aus dieser entstandener Epidot) an die Stelle von Quarz getreten ist. Während die einen Individuen noch unverändert sind, zeigen andere mehr oder weniger starke Epidotisirung, welche bei den mit Feldspath sehr stark verwachsenen z. T. eine vollständige ist.

Ausserdem findet sich die Hornblende, wenn auch seltener, in Aggregaten von ebenfalls unregelmässig begrenzten, schuppenförmigen Individuen, welche von den vorher beschriebenen sehr verschieden sind. Sie zeigen zahlreiche feine Spaltrisse nach $\infty$ P (110) und starken Pleochroismus: In den Spaltrissen ungefähr parallel schwingendem Lichte (die Schwingungsebene senkrecht zur Polarisationsebene angenommen) erscheinen sie dunkelgrün, in der dazu senkrechten Stellung hellgelb. In dieser Form ist die Hornblende vollständig frisch.

Von accessorischen Gemengtheilen ist Apatit als Einschluss in Feldspath und Quarz bereits erwähnt. Pyrit tritt in einzelnen Krystallen auf, die aber ganz oder bis auf einen kleinen noch frischen Kern in Brauneisen umgewandelt sind, ein Vorgang, der auch schon makroskopisch deutlich zu erkennen ist. Das secundär gebildete Brauneisen verbreitet sich dann auf zahlreichen kleinen Sprüngen in der Umgebung der Pyritkrystalle und färbt so ganze Parthien des Gesteins gelb.

## *II. Diorit.*

Diorit ist ebenso, wie der Granit, in den Andes weit verbreitet. In der westlichen Kette der ecuatorianischen Anden durchbricht er nach Reiss[1]) mehrfach die cretaceischen schwarzen Schiefer, aus denen sich diese Kette in ihrem unteren Theile aufbaut. Whymper fand einen Dioritblock im Bett des S. Jorge-River an seiner Kreuzungsstelle mit der Strasse Quito-Guayaquil, am pacifischen Abhang der West-Cordillere, von welcher also jedenfalls der Block auch herabgeführt war. Dieses Gestein beschreibt

1) W. Branco: Ueber eine fossile Säugethier-Fauna etc. 1883 p. 4.

Bonney[1]) als einen Tonalit, sehr ähnlich dem des Adamello. Speciell aus dem Gebiete vom Pichincha bis zum Pululagua ist in der bisherigen Litteratur kein Diorit angegeben.

In der vorliegenden Sammlung ist Diorit in mehreren Handstücken vom Pichincha vertreten, welche von Rollsteinen des Rio del Volcan, Rio blanco und Rio de Mindo stammen und Quarz-Hornblende-Diorite sind; bei einigen ist allerdings infolge starker Verwitterung die Hornblende nicht mehr mit Sicherheit nachzuweisen. Das makroskopische Aussehen ist vor allem durch den Erhaltungszustand bedingt. Die frischen Diorite, zu denen vor allem die aus dem Rio de Mindo gehören, zeigen bei hellem Aussehen ein allotriomorph-körniges Gemenge von Feldspath, Quarz und Hornblende; die Korngrösse ist bei einiger Verschiedenheit in den einzelnen Handstücken eine mittlere. Durch die Verwitterung wird die Farbe gelblich oder grünlich, indem sich Epidot und Chlorit bilden, und bei weit vorgeschrittener Verwitterung erscheint das ganze Gestein gleichmässig grüngelb und es lassen sich makroskopisch nur noch Reste von Feldspäthen erkennen.

Das mikroskopische Bild zeigt bei den noch frischen oder wenig zersetzten Dioriten ein im Ganzen allotriomorph-körniges Gemenge von Feldspath, Quarz und Hornblende, in welchem die beiden erstgenannten Gemengtheile die Hauptmasse bilden und bei weitem über die Hornblende überwiegen; nur bei dem einen Stück aus dem Rio de Mindo nimmt die Hornblende ungefähr denselben Raum ein wie der Feldspath, was sich auch schon makroskopisch zeigt. Manche Schliffe zeigen zahlreiche und z. T. grosse Krystalle von Eisenerz.

Der Feldspath tritt in unregelmässig begrenzten Körnern und in breiten Leisten auf, die letzteren sind häufig seitlich durch $\infty P \breve{\infty}$ (010) begrenzt, terminal endigen sie dagegen meist unregelmässig, nur selten zeigen sie eine Zuspitzung durch $\infty{}' P$ $(1\bar{1}0)$ und $\infty P{}'$ (110), am häufigsten bei einem Stück aus dem Rio de Mindo. Sie zeigen zahlreiche Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz, welche ihrerseits gelegentlich zu einem Karlsbader Zwilling vereinigt sind. Vereinzelt finden sich auch Feldspäthe, welche gleichzeitig noch Periklinlamellen zeigen. Ausserdem sieht man einzelne ziemlich grosse Leisten, welche keine Zwillingslamellen erkennen lassen und daher vielleicht zum Orthoklas zu rechnen sind, doch bleibt die Zahl dieser gegen die der unzweifelhaften Plagioklase sehr stark zurück. Der in jüngeren Gesteinen so verbreitete und bei deren Beschreibung näher zu besprechende zonale Aufbau der Plagioklase ist bei den noch nicht zu stark verwitterten Dioriten deutlich entwickelt. Als Einschlüsse finden sich nur Apatitnadeln und auch diese nur in geringer Zahl. Die beim Granit besprochene

[1]) T. G. Bonney: Proc. of the Royal Soc. of London 1884 p. 405.

schriftgranitische Verwachsung von Plagioklas und Quarz findet sich auch bei mehreren Dioriten.

Ganz frisch ist der Feldspath in keinem der Diorite, auch in den aus dem Rio de Mindo stammenden ist das Innere der Feldspäthe getrübt, z. T. sogar schon recht stark, doch besitzen alle Feldspäthe dieser Handstücke eine ziemlich breite frische Randzone. Diese letztere fehlt bei den andcren Handstücken den Feldspäthen fast ganz, welche dann in einzelnen Exemplaren so vollständig kaolinisirt sind, dass ihre Zwillingslamellen fast ganz verwischt erscheinen. Ausser in Kaolin ist der Feldspath theilweise anch in Epidot nmgewandelt, besonders dort, wo er mit Qnarz verwachsen ist, so dass, wenn dieser Prozess sehr weit vorgeschritten ist, dio früher vom Feldspath eingenommenen Ränme zwischen den Quarzen nunmehr von einem Aggregat von Epidotkörnern erfüllt sind, zwischen denen vereinzelte noch erhalten gebliebene Feldspathreste die Herkunft des Epidots anzeigen.

Qnarz ist in allen Dioriten vorhanden nnd bildet unregelmässig begrenzte, runde Körner in den Zwischenräumen zwischen Feldspath und Hornblende. Er enthält zahlreiche kleine Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse, anch Apatitnadeln umschliesst er, aber nur in geringer Zahl. Nicht selten zeigt er undulöse Auslöschung. Ein grosser Theil des Quarzes ist, wie bereits erwähnt, mikropegmatitisch mit Plagioklas verwachsen. Zu erwähnen ist, dass in einem Rollstück von der Mündung des Rio del Volcan in den Rio blanco neben den allotriomorphen Quarzen anch einige grössere vorkommen, welche scharfe Krystallbegrenzung durch $\pm R\,(1011)$ und $\infty R\,(10\bar{1}0)$ zeigen.

Die Hornblende tritt bei den verschiedenen Dioriten in verschiedenartiger Ansbildung auf. Am reichlichsten vertreten und am frischesten ist sie in den schon mehrfach erwähnten Gesteinen aus dem Rio de Mindo. In diesen kommt sie an Menge dem Feldspath gleich und bildet bei dem einen grosse, vollständig unregelmässig begrenzte Parthien, bei dcm anderen lango Prismen. Sehr dentlich tritt ihre prismatische Spaltbarkeit hervor. Sie gehört durchweg der gemeinen an und zeigt starken Pleochroismus: $\mathfrak{a}$ = hellgelb, $\mathfrak{b} = \mathfrak{c}$ = grün. Viele der Hornblende-Krystalle sind Zwillinge nach $\infty P \bar{\infty}\,(100)$, z. T. aus mehreren Lamellen aufgebaut. Als Einschlüsse finden sich Magncteisen in zahlreichen rundlichen Körncrn und in Octaëdern sowie zahlreiche Feldspäthe. Die letzteren sind kleiner als die selbständig in demselben Gestein vorkommenden und vielfach idiomorph, manche zeigen dentlich $\infty P \breve{\infty}\,(010)$, $\infty P'\,(110)$, $\infty{'}P\,(1\bar{1}0)$ und $\infty P \bar{\infty}\,(100)$. Anch Qnarz kommt, wenn anch nur in geringer Menge, als Einschlnss in Hornblende vor. Einigc grössere Hornblende-Individnon besitzen einen farblosen Kern, nur eine nicht sehr breite änssere Zone hat die grüne Farbe der Hornblende. Zeigt der grüne Rand Zwillingslamellen, so gehen diese ununterbrochen

anch durch den Kern hindurch. Dieser letztere besteht aus Augit, so dass hier parallele Verwachsung von Augit und Hornblende vorliegt, wobei beide Mineralien die Prismenzone gemeinsam haben (Fig. 2).

Von der beschriebenen weicht die Hornblende der übrigen Diorite in vielfacher Hinsicht ab. Zunächst ist ihre Menge viel geringer, sie bleibt stark hinter dem Feldspath zurück. Sie ist vielfach prismatisch gestreckt, ohne indessen krystallographische Begrenzungselemente zu zeigen, daneben kommt sie auch in ungefähr isodiametrischen Parthien vor, die aber bedeutend kleiner sind als bei den Rio de Mindo-Varietäten. Alle diese Hornblenden sind sehr stark verwittert, in einzelnen Fällen so sehr, dass sich ihr ursprüngliches Vorhandensein nicht mehr mit Sicherheit erkennen lässt. Nur in dem schon bei Besprechung des Quarzes besonders erwähnten Geröll aus dem Rio del Volcan ist sie noch in grösseren Parthien frisch und lässt die prismatische Spaltbarkeit deutlich erkennen. Farbe und Pleochroismus zeigen sich bei ihr wie in den Rio de Mindo-Gesteinen, nur sind die Farbentöne etwas dunkler. In den übrigen Stücken ist die Hornblende ganz oder fast ganz verwittert. Meist ist sie zu Chlorit geworden, daneben hat sich etwas Epidot gebildet und in einigen Fällen ist dieser gegen Chlorit im Uebergewicht. Als Einschluss führt die Hornblende Eisenerz in zahlreichen z. T. grossen Körnern.

Eisenerz ist reichlich vorhanden als Einschluss in Hornblende und in geringerer Menge in Feldspath. Der grösste Theil ist in mehreren der Diorite sicher Titaneisen, welches zum grossen Theil zu Leukoxen geworden ist. Einzelne der Ilmenite sind skelettförmig ausgebildet. In einem der beiden Gerölle aus dem Rio de Mindo ist Pyrit reichlich in grossen Krystallen vertreten.

## *III. Diabas.*

G. v. Rath[1]) erwähnt einen bei Calacalí auf der rechten Seite des Rio Esmeraldas anstehenden, „scheinbar fast dichten Grünstein“, den er wegen der Mineralcombination Plagioklas-Augit zum Diabas stellt, ohne indessen näher auf seine Beschreibung einzugehen. Sonst wird aus dem behandelten Gebiet kein Diabas-Vorkommen angegeben, obgleich dieses Gestein am Aufbau des Grundgebirges sehr stark betheiligt ist, wie aus der vorliegenden Sammlung hervorgeht. In ihr ist Diabas zunächst von verschiedenen Punkten des Pichincha vertreten. Ausser mehreren Geröllen aus dem Rio blanco und Rio del Volcan sind zwei Proben von anstehendem Diabas vorhanden, nämlich vom rechten Ufer des Rio del Volcan an seiner Mündung in den Rio blanco und vom

[1]) G. v. Rath: Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1875 p. 340.

grossen Wasserfall in der Qnebrada seca (2478 m). Ausserdem enthält die Sammlnng Stücke von einem Block in der Quebrada de la Chorrera, Caldera del Pululagua.

Im makroskopischen Anssehen sind die verschiedenen Handstücke sehr ungleich. Während das an der Vereinigung von Rio del Volcan und Rio blanco anstehende Gestein und besonders eins der Gerölle ans dem Rio del Volcan makroskopisch sehr dentlich diabasisch-körnige Structur zeigen, erscheinen die übrigen Pichincha-Diabase äusserlich wie dichte Grünsteine und lassen von Mineralien höchstens einige grössere Feldspäthe erkennen. Das Pululagua-Gestein endlich würde man nach seinem makroskopischen Aussehen zu den Dioriten stellen, deren körnige Structur es vollständig zeigt.

Mikroskopisch tritt die Verschiedenheit in der Structur ebenfalls deutlich hervor und man kann hanptsächlich zwei verschiedene Ausbildungen unterscheiden. Die eine derselben ist vertreten durch das Pululagua-Gestein und ein Rollstück ans dem Rio del Volcan. Diese beiden Gesteine zeigen u. d. M. die diabasische Structnr nnr nndentlich ausgebildet, sie bilden ein Uebergangsglied vom Diorit zum Diabas, obgleich das Geröll aus dem Rio del Volcan makroskopisch wie ein typischer Diabas erscheint. Bei diesen beiden Gesteinen sind die Feldspathleisten breiter als es bei Diabasen die Regel ist, ihre divergent-strahlige Anordnung ist nur sehr wenig entwickelt und der Augit zeigt z. T. deutliche Krystallbegrenzung. Bei den übrigen Diabasen dagegen tritt die Diabasstructur anf den ersten Blick hervor, bei einigen in ganz vorzüglicher Ausbildnng. Die Hanptmasse dieser Gesteine besteht aus Feldspath, dessen schmale, in einem Falle fast nadelförmige Leisten in der bekannten Weise divergent-strahlig angeordnet sind. Sie lassen zwischen sich nur wenig Raum frei, welcher von hellem, zum grössten Theil chloritisirtem Augit erfüllt ist. Ansser diesen beiden Gemengtheilen ist noch reichlich Eisenerz vorhanden, fast ausnahmslos von Augit umschlossen.

Entsprechend der Verschiedenartigkeit in der Structur ist die Ansbildnng des **Feldspathes** eine zwiefache. In den beiden dioritähnlichen Diabasen hat er grosse Aehnlichkeit mit dem der Diorite; er bildet meist Leisten, welche ungefähr doppelt so lang als breit und terminal fast immer, seitlich sehr oft unregelmässig begrenzt sind. Seltener tritt er in ungefähr isodiametrischen, unregelmässig begrenzten Krystallen anf. Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz sind allgemein. Durch Kaolinisirung ist das Innere getrübt, der Rand ist in der Regel noch frisch. Augite ragen häufig mit scharfer krystallographischer Begrenzung in ihn hinein oder werden auch ganz von ihm umschlossen.

In den ihrer Structur nach typischen Diabasen erscheint der Feldspath in der für dieses Gestein charakteristischen Form schmaler Leisten mit krystallographischer seitlicher und nnregelmässiger terminaler Begrenzung. Sie sind Albitzwillinge, in der

Regel nur aus zwei, seltener aus mehr Lamellen zusammengesetzt. Meist sind sie frisch, manche im Innern etwas kaolinisirt.

Eine besondere Besprechung verdienen die Feldspäthe des am grossen Wasserfall in der Quebrada seca (Pichincha) anstehenden Diabases. Sie bilden überaus zahlreiche und sehr schmale, fast nadelförmige, nach der Axe der grössten optischen Elasticität gestreckte Krystalle, welche im allgemeinen divergent-strahlig, stellenweise aber unverkennbar fluidal angeordnet sind. Krystallographische Begrenzung fehlt ihnen ganz, einige etwas grössere ausgenommen, ihre Seitenlinien verlaufen bogenförmig und die meisten sind beiderseits zugespitzt. Die etwas breiteren sind in der Regel an den Enden pinselförmig ausgefasert, während die schmalsten, nadelförmigen sich oft in grosser Zahl bündelförmig an einander legen. Diese Bündel sind in der Mitte geschlossen, während an beiden Enden die einzelnen Nadeln auseinander strahlen, so dass das Bild an Garben erinnert (Fig. 3). Sie haben grosse Aehnlichkeit mit den Anorthiten, welche Vogt aus künstlichen Schmelzmassen beschrieben und abgebildet hat.[1]) Ein natürliches Vorkommen ähnlicher Feldspäthe giebt Sinigallia für Gesteinsgläser vom Vesuv an.[2]) Bei starker Vergrösserung erweisen sich die Feldspäthe, die kleinsten Nädelchen ausgenommen, als skelettförmig ausgebildet. Von den beiden Enden der Leistchen dringen wellig begrenzte Kanäle in dieselben ein, erreichen sich jedoch nicht im Innern, so dass der Längsschnitt eines solchen Feldspathes ungefähr die Form eines sehr langgestreckten H besitzt, dessen Querbalken dem zuerst ausgeschiedenen Feldspathkern entspricht, der dann skelettförmig in die Länge wuchs. Im einzelnen erleidet diese Erscheinung natürlich vielfache Modificationen: Die beiden Kanäle sind in dem einen Falle ungefähr gleich lang, im anderen ist der eine kürzer oder fehlt auch wohl ganz; oft sind die Enden der Skelette ausgefasert; etwas breitere Leisten laufen auch wohl an einem Ende in drei Spitzen aus und noch zahlreiche Besonderheiten liessen sich anführen (Fig. 4). Die gleiche Ausbildung von Feldspäthen beschrieb bereits Möhl[3]) aus einem Basalt von der Sababurg in Hessen; die Abbildung, die er giebt, zeigt ganz die oben beschriebene Erscheinung. Auch die von Rudolph[4]) aus peruanischen und bolivianischen Pyroxen-

[1]) J. H. L. Vogt: Beiträge zur Kenntniss der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen und neovulkanischen Ergussgesteinen (jüngere Eruptivgesteine). Archiv for Mathematik og Naturvidenskab. Kristiania Bd. XIII. 1890 p. 393 und XIV Tafel I.

[2]) L. Sinigallia: Ueber einige glasige Gesteine vom Vesuv. Neues Jahrbuch für Mineralogie. Beilage-Band VII 1891 p. 425. Nach Abschluss vorliegender Arbeit erschien: F. Rinne, Ueber Olivin- und Plagioklasskelette. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1891 Bd. II p. 272. In dieser Arbeit werden ebenfalls Plagioklasskelette aus glasreichen Vesuv-Gesteinen beschrieben und abgebildet.

[3]) H. Möhl: Die Gesteine (Tachylyt, Basalt und Dolerit) der Sababurg in Hessen. Kassel 1869 p. 19 and Fig. 2.

[4]) F. Rudolph: Beiträge zur Petrographie der Anden von Peru und Bolivia. Mineralogische und petrographische Mittheilungen ges. von G. Tschermak Bd. IX. 1888 p. 292.

Amphibol-Andesiten abgebildeten Feldspathskelette erinnern an die des vorliegenden Gesteins. Auch an Diabasen selbst sind derartige Skelettbildungen bereits beobachtet worden. Neef beschreibt sie[1]) aus einem Diabasgeschiebe bei Eberswalde und bezeichnet die durch die Skelettbildung zu Stande kommende Erscheinung als „buchstabenähnliche Figuren und viereckige Rahmen“.

Die Auslöschungsschiefe dieser Feldspäthe ist sehr gering, meist kaum wahrnehmbar. Die meisten zeigen keine Zwillingsbildung, die etwas breiteren dagegen sind fast sämmtlich Albitzwillinge, jedoch nicht polysynthetisch zusammengesetzt. Ausserdem sind häufig zwei Feldspäthe in einer Weise verwachsen, welche wegen ihres häufigen Auftretens auf ein zu Grunde liegendes Zwillingsgesetz schliessen lässt. Die Erscheinung ist die, dass sich zwei, wie aus der Orientirung der optischen Elasticitätsaxen folgt, parallel der Axe $a$ gestreckte Leistchen, welche bisweilen selbst schon Albitzwillinge sind, unter 80—90° durchkreuzen.

Der Augit der vorliegenden Diabase ist, wo die Verwitterung noch nicht zu weit vorgeschritten ist, um seine Natur erkennen zu lassen, hell, salitartig. Am frischesten ist er, in zahlreichen Individuen wenigstens, in dem Geröll aus dem Rio del Volcan. Hier tritt er in zahlreichen grossen, meist prismatisch gestreckten Krystallen auf, zum grossen Theil mit krystallographischer Begrenzung in der Prismenzone — Querschnitte zeigen $\infty P (110)$, $\infty P \bar{\infty} (100)$ und $\infty P \breve{\infty} (010)$ —, terminal dagegen meist unregelmässig begrenzt, doch kommen auch Krystalle mit Zuspitzung durch Domen- oder Pyramidenflächen vor. Prismatische Spaltrisse sind bei allen deutlich. Manche sind Zwillinge nach $\infty P \bar{\infty} (100)$, einzelne auch aus mehreren Lamellen zusammengesetzt. Die Augite sind fast farblos und lassen kaum eine gelbliche Färbung erkennen.

Ein grosser Theil der Augite ist mehr oder weniger stark verändert und zeigt dann Uralitisirung mit darauf folgender Chloritisirung. Der Grad dieser Umwandlung ist bei den einzelnen Augiten ein sehr verschiedener. Während die einen kaum die ersten Anfänge derselben zeigen, sind andere schon ganz zu Chlorit geworden. Doch liegen die verschieden stark veränderten Augite nicht regellos durch einander, vielmehr sind einzelne Parthien des Gesteins durch besonders reichliche Chloritbildung ausgezeichnet, so dass dem im allgemeinen hellen Gestein dunkle rundliche Flecke von ungefähr Nussgrösse eingesprengt sind. Diejenigen Augite, welche z. T. schon zu Hornblende geworden sind, welche ihrerseits schon wieder in Chlorit übergeht, lassen den Verlauf der Uralitisirung sehr deutlich erkennen. Solche ungefähr senkrecht zur $c$-Axe durch-

[1]) M. Neef: Ueber seltenere krystallinische Diluvialgeschiebe der Mark. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. Bd. 34 1882 p. 472.

schnittene Angite sind in ihrem Innern noch vollkommen frisch. Nach aussen hin treten dann erst vereinzelt, allmählig an Zahl nnd Grösse zunehmend, Hornblende-Flecken auf, beide Mineralien durchdringen sich gegenseitig und die Hornblende nimmt immer mehr zu, bis sie schliesslich nur noch allein vorhanden ist. Sio zeigt dann die für sie charakteristische Spaltbarkeit und dentlichen Pleochroismus zwischen braungrün nnd gelbgrün. Weiter nach aussen geht dann die Hornblende schon in Chlorit über. Aeusserlicb liegen dem Chlorit mehrere Epidotkörner an. Augite, die im Längsschnitt getroffen sind, zeigen deutlicb, wie mit der Uralitisirung eine Ansfaserung Hand in Hand geht. Die Hornblende gebt dann, wie scbon gesagt, in Chlorit über, so dass schliesslich der ganze Angit zu Chlorit wird. Dass hierbei stets Hornblende als Zwischenstadinm entsteht, lässt sich nicht gerade mit Gewissheit behanpten, ist aber höchst wahrscheinlich. In den meisten Fällen ist an der Grenze von Augit und Chlorit Hornblende anzutreffen, wenn anch oft nur in sehr geringer Menge. Gleichzeitig mit dem Uebergang des Angites in Hornblende bildet sich meist etwas Epidot, welcher der Hornblende resp. dem Chlorit in Körnerform ansseu anliegt.

Bei dem anderen dioritähnlichen Diabas zeigt der Augit ungefähr dieselbe Ausbildung, nur ist er in bedeutend geringerer Menge vorhanden und viel weniger idiomorpb entwickelt. Theilweise ist er chloritisirt, auch ist Uralit als Zwischenstadium gelegentlich zn erkennen, doch nicht annäbernd so gut wie in dem vorher besprochenen Gestein. In den übrigen Diabasen endlich bildet der Augit nur noch die Zwischenmasse zwischen den Feldspathleisten. In den wenigen nocb friscben Krystallen zeigt er dieselbe Farbe wie in dem zuerst besprochenen Gestein, seine Hauptmasse ist indessen vollständig chloritisirt. Der Chlorit umschliesst zahlreiche Eisenerz-Krystalle.

Endlich ist Eisenerz als Gemengtheil zu nennen. Der grösste Tbeil desselben tritt in unregelmässig begrenzten Körnern oder (seltener) in kleinen Octaëdern auf. Das so ausgebildete Eisenerz findet sicb reichlich im Chlorit oder liegt den in Chloritisirung begriffenen Augiten seitlich an. In dieser Form ist das Eisenerz wohl durchgehends Magneteisen, wenigstens ist an ihm keine Leukoxenbildung zu erkennen. Ausserdem kommt in einigen Diabasen, besonders schön ausgebildet in dem Geröll aus dem Rio del Volcan, Titaneisen in grossen Krystallen vor. Es ist znm grossen Theil in Leukoxen umgewandelt. Dieser Prozess ist lamellenweise vor sich gegangen und es sind zwischen der Leukoxen-Snbstanz zahlreiche Titaneisen-Leisten stehen geblieben, welche drei sich unter 60° schneidende Systeme bilden (Fig. 5).

Im Anchluss an die Diabase sei noch ein am rechten Ufer des Rio blanco etwas unterhalb seiner Vereinigung mit Rio del Volcan anstehendes Gestein besprocben, welcbes den oben beschriebenen Granit als Gang führt. Dieses Gestein erscheint makro-

skopisch vollkommen dicht, grün und schwach fettglänzend, u. d. M. zeigt es eine Differenzirung in Einsprenglinge und Grundmasse. Die ersteren bestehen aus nicht sehr grossen Augiten, welche in der Prismenzone fast stets idiomorph begrenzt sind durch $\infty P\,(110)$, $\infty P \bar{\infty}\,(100)$ und $\infty P \breve{\infty}\,(010)$; sie sind hellgelblich, fast farblos, und zeigen keinen Pleochroismus. Die Grundmasse besteht aus einer farblosen, sehr schwach polarisirenden Substanz, die aus sehr kleinen Feldspath- oder Quarzkörnchen zu bestehen scheint, in ihr liegen zahlreiche kleine Augitsäulchen, welche den Einsprenglingsaugiten vollständig gleichen und von denen sie auch nicht scharf geschieden sind.

Dies ist die Beschaffenheit des Gesteines in der Nähe des Granitganges; weiter von diesem entfernt erscheint es dagegen in einer davon sehr abweichenden Ausbildung. Makroskopisch ist es hier ebenfalls vollkommen dicht und grün und enthält ziemlich grosse weisse Parthien, welche unter einander durch Adern in Verbindung stehen. Es besteht aus Hornblende, Augit und Feldspath, die beiden ersteren Gemengtheile bilden die Hauptmasse des Gesteins, welches sie wie ein Gewebe durchziehen, in dessen Maschen die Feldspäthe liegen. Die Form der Hornblende ist eine vollkommen unregelmässige, Spaltrisse sind nur vereinzelt deutlich wahrnehmbar. Ihre Farbe ist grün-gelb, der Pleochroismus ist nur sehr gering und zeigt sich nur in einem etwas dunkleren und helleren Tone der Färbung. Z. T. ist die Hornblende in Chlorit umgewandelt. An einigen Stellen sammelt sie sich zu grösseren zusammenhängenden Massen an. Hier zeigt sie zahlreichere und deutliche Spaltrisse sowie stärkeren Pleochroismus zwischen braun- und gelbgrün. Von diesen grösseren Hornblende-Ansammlungen umschliessen mehrere Augit in ähnlicher Weise, wie es oben aus einem Diorit angegeben wurde. Ausserdem ist Augit noch reichlich in Form unregelmässig begrenzter Körnchen vorhanden, welche ebenso wie die Hornblende netzartig angeordnet sind; er ist hell-grünlich, fast farblos, Pleochroismus fehlt ihm, Spaltrisse sind nur sehr wenig zu erkennen.

In den Maschen des Hornblende-Augit-Netzes liegen nun, wie oben erwähnt, die Feldspäthe, z. T. als rundliche Körnchen, z. T. als Leisten, welche häufig seitlich durch $\infty P \breve{\infty}\,(010)$, terminal fast stets unregelmässig begrenzt sind. Fast alle Feldspäthe sind Albitzwillinge, doch sind polysynthetische nicht so häufig wie gewöhnliche. Einige wenige Individuen zeigen neben Albit- auch Periklinlamellen. Die Feldspäthe sind im allgemeinen frisch, nur die grösseren zeigen im Innern beginnende Kaolinisirung. Auffallend ist bei fast allen die undulöse Auslöschung. Die oben erwähnten weissen Parthien im Gestein kommen dadurch zu Stande, dass die Hornblende an den betreffenden Stellen stark zurücktritt.

## *IV. Porphyrit.*

Porphyrite sind am Aufbau der Andes von Quito sehr stark betheiligt. Sie liegen hier, wie schon A. v. Humboldt angiebt,[1]) dem Urgestein (Granit, Thonschiefer) unmittelbar auf und werden ihrerseits von den jüngeren vulkanischen Gesteinen, den Andesiten, überlagert. G. v. Rath beschreibt[2]) einen Quarz-Hornblende-Porphyrit vom nördlichen Fuss des Antisana (S.O. von Quito, zur östlichen Cordillere gehörig) und theilt dabei die Angabe Wolfs mit, dass derartige Porphyrite am Fuss der Vulkane und an den Abhängen der Cordilleren auftreten „zwischen dem Gneiss und Glimmerschiefer der niederen Gebirge nnd den Andesiten der Hochcordilleren", also im wesentlichen eine Bestätigung der obigen Angabe Humboldts. Endlich beschreibt Žujović[3]) einen von Bonssingault gesammelten Porphyrit vom Gnagua-Pichincha, der in feinkörniger Grundmasse Einsprenglinge von Labrador, Augit, Amphibol und Eisenoxyd führt.

Entsprechend seiner Verbreitung in den Andes von Quito ist Porphyrit in vorliegender Sammlung reichlich vertreten, ungefähr die Hälfte der Proben von alten Gesteinen gehört ihm an. Der grösste Theil stammt vom Pichincha und zwar zumeist von Geröllen aus dem Rio del Volcan, Rio Cinto, Rio blanco und Rio de Mindo, ausserdem ist im Flussbett des Rio blanco anstehender Porphyrit von zwei Pnnkten vertreten: Unterhalb der Einmündung der Quebrada seca und unterhalb der des Rio Cinto. Alle diese sind Hornblende-Porphyrite, wenigstens soweit in ihnen überhanpt Bisilicate ausgeschieden sind. Einigen fehlen diese ganz. Nur ein Handstück zeigt bei mikroskopischer Betrachtung etwas Glimmer, doch nur in so geringer Menge, dass eine Trennnng von den übrigen nicht gerechtfertigt erscheint. Neben den herrschenden Quarz-Porphyriten sind anch einige quarzfreie vertreten, doch lässt sich diese Trennung nicht scharf durchführen, da der Quarzgehalt mancher ein sehr geringer ist und so ein allmähliger Uebergang stattfindet.

Das makroskopische Aussehen ist ein sehr verschiedenes, bedingt durch das Verhältniss der Einsprenglinge zur Grundmasse nnd durch den Grad der Verwitterung. Die beiden anstehenden Porphyrite zeigen sehr ähnliches Aussehen: Sie bestehen aus dichter, heller, grau-grüner Grundmasse, in ihr erkennt man kleine Feldspath- und Quarz-Einsprenglinge, die sich nur wenig von ihr abheben. Unter den Geröllen fallen zunächst mehrere aus dem Rio de Mindo bei Mindo durch ihre ausgezeichnet por-

[1]) A. v. Humboldt: Geognostischer Versuch über die Lagerung der Gebirgsarten etc. 1823 p. 107.
[2]) G. v. Rath: Zeitschrift der deutschen geol. Ges. 1875 p. 340.
[3]) Žujović: Les roches des Cordillères 1884 p. 55.

phyrische Structur auf. Ihre makroskopisch vollkommen dichte Grundmasse ist dunkel grau-grün, in ihr treten besonders zahlreiche grosse, bis 1 cm lange Feldspäthe hervor, welche noch fast frisch sind und schon makroskopisch deutliche Zwillingsstreifen zeigen. Daneben erkennt man zahlreiche kleine Hornblenden, die sich aber wegen ihrer schwarzen Farbe wenig von der Grundmasse abheben. Bei den übrigen Porphyriten vom Pichincha treten die Einsprenglinge nur wenig hervor, was bei manchen seinen Grund in ihrer starken Verwitterung hat. Die Grundmasse ist bei allen dicht und ihre Farbe im allgemeinen grau-grün. Als Einsprenglinge erkennt man, z. T. nur sehr undeutlich, Feldspath, Quarz und Hornblende, theils alle drei, theils nur zwei von ihnen oder auch nur Feldspath oder Quarz.

Als wahrscheinlich zu den Hornblende-Porphyriten gehörig ist noch ein Block aus der Caldera de la Playa (N.N.W.-Umwallung der Caldera del Pululagua) zu nennen, welcher ein von den beschriebenen vollständig abweichendes Aussehen besitzt. Er ist vollständig zersetzt, so dass seine ursprüngliche Beschaffenheit nicht mehr sicher zu erkennen ist. In seinem jetzigen Zustande besteht er aus einer dichten weisslichen Masse, die zum grössten Theil aus kaolinisirten Feldspäthen, zum kleineren Theil aus hellgrauer Grundmasse besteht; in ihr liegen zahlreiche rundliche Chlorit- und Epidotmassen, die ersteren sind wahrscheinlich aus Hornblende entstanden.

U. d. M. tritt im allgemeinen die porphyrische Structur deutlicher hervor als bei makroskopischer Betrachtung. Alle Porphyrite haben eine feinkörnige Grundmasse, aus der sich die Einsprenglinge (resp. deren Zersetzungsprodukte) meist deutlich abheben. Diese sind Feldspath, Hornblende, bei den meisten Quarz und häufig Magneteisen; in einem Geröll aus dem Rio de Mindo tritt ausserdem noch etwas Glimmer auf, in einem anderen Stück Ilmenit. Sehr deutlich zeigt sich bei mikroskopischer Betrachtung der Grad der Verwitterung. Diese ist am stärksten bei der Hornblende, welche in den meisten Porphyriten vollständig verwittert ist; ihr schliesst sich der Feldspath an, der nur in wenigen Stücken fast frisch, in den meisten ebenfalls stark verwittert ist, während der Quarz natürlich immer frisch erscheint; auch der nur in einem Handstück vertretene Glimmer ist frisch, das Titaneisen dagegen stark zersetzt.

Die Feldspatheinsprenglinge sind ihrer Grösse nach sehr verschieden. In einigen Geröllen aus dem Rio de Mindo erreichen sie nicht selten 1 cm Länge, in den anderen Stücken sind sie dagegen wesentlich kleiner und sinken bis zu mikroskopischen Dimensionen herab. Der Feldspath ist meist tafelförmig nach $\infty P \breve{\infty}$ (010) ausgebildet mit deutlicher krystallographischer Begrenzung: Querschnitte aus der Zone der Axe *b* zeigen fast stets $\infty P \breve{\infty}$ (010), häufig auch $\infty' P$ $(1\bar{1}0)$ und $\infty P'$ (110), seltener ausserdem $\infty P \bar{\infty}$ (100); Schnitte parallel $\infty P \breve{\infty}$ (010) sind häufig von $\infty' P$ $(1\bar{1}0)$, $\infty P'$ (110),

0 P (001) und ,P,$\bar{\infty}$ ($\bar{1}$01) begrenzt. Die Feldspäthe sind allgemein verzwillingt. Die noch wenig verwitterten zeigen wohl ausnahmslos Albitlamellen, welche bei vorgeschrittener Verwitterung leicht unkenntlich werden. Die noch ziemlich frischen Feldspäthe zeigen deutlich grobe Spaltrisse nach einer Prismenfläche. An ihnen ist auch mehrfach ausgezeichnete Zonarstructur zu beobachten. An Einschlüssen sind die Feldspäthe nicht sehr reich. Sie führen kleine gelbliche Körnchen, welche oft zu Schnüren vereinigt den Krystall durchziehen, sowie vereinzelt Apatit.

Der Erhaltungszustand der Feldspäthe ist im allgemeinen kein guter. Klar durchsichtig sind sie in einigen Geröllen aus dem Rio de Mindo, jedoch von zahlreichen Sprüngen und Rissen, z. T. parallel einer Prismenfläche, durchzogen, auf denen Kalkspath abgesetzt ist. In den übrigen Porphyriten sind die Feldspäthe vollständig zu einem Gemenge von Calcit und Kaolin oder auch zu letzterem allein verwittert. Diese Verwitterung ist fast stets bis zum Verschwinden der Zwillingslamellen, wenigstens der nach dem Albitgesetz, vorgeschritten, in extremen Fällen sind sogar die Umrisse der Feldspäthe verwischt.

Quarz ist als Einsprengling in fast allen Porphyriten vorhanden, bei vielen schon makroskopisch sichtbar. U. d. M. zeigt er meist deutliche Dihexaëderform mit abgerundeten Kanten, seltener fehlt ihm krystallographische Begrenzung, dann bildet er unregelmässig begrenzte Körner oder seltener erscheint er im Durchschnitt regelmässig oval. Sehr häufig zeigt er die bei Quarzen der Quarzporphyre allgemein verbreiteten Einbuchtungen, die mit Grundmasse angefüllt sind. Dringen diese tief in den Krystall ein, so erscheint durch sie im Durchschnitt häufig ein Theil des Krystalls losgelöst; manche Quarze zerfallen so in mehrere getrennte Theile, die aber gleichzeitig auslöschen.

Von Einschlüssen ist zunächst Grundmasse in rundlichen Parthien zu erwähnen, die aber in vielen Fällen wohl streng genommen keine Einschlüsse sind, sondern Einbuchtungen ausfüllen, die im Schliff im Querschnitt erscheinen. Von diesen Grundmasse-Einschlüssen gehen oft nach den Aussenflächen des Quarzes Sprünge, längs welchen ebenfalls häufig Grundmasse eingeschlossen ist. Ausserdem sind manche Quarze reich an Flüssigkeitseinschlüssen mit, z. T. beweglicher, Libelle. Sie sind meist in Reihen angeordnet, welche innerhalb eines Krystalls häufig mit einander parallel verlaufen. In einigen Porphyriten sind die Quarze von Aureolen umgeben oder die Grundmasse bildet an ihren Ecken die bekannten granophyrischen Büschel.

Hornblende ist in den meisten Porphyriten vom Pichincha als Einsprengling vorhanden, jedoch nur in zwei der als ausgezeichnet porphyrisch erwähnten Gerölle aus dem Rio de Mindo noch theilweise frisch, so dass sich ihre Natur erkennen lässt. Sie

bildet theils kleine, unregelmässig begrenzte Schuppen, theils Prismen, welche von $\infty P$ (110) und $\infty P \breve{\infty}$ (010), seltener auch von Pyramidenflächen begrenzt sind. Die prismatische Spaltbarkeit tritt deutlich hervor, ebenso der Pleochroismus zwischen dunkelgrün und hellgelb. In dem einen Handstück ist sie von einem Magnetitrand umgeben und theilweise in Calcit und Chlorit umgewandelt.

In allen anderen Porphyriten ist die Hornblende vollständig verwittert. Häufig haben die Umwandlungsproducte noch die Form der Hornblende bewahrt, dann erkennt man die oben genannten Flächen, in manchen Fällen ist aber auch die Form unkenntlich geworden, was von den Spaltrissen fast stets gilt. Die häufigste Umwandlung ist die in ein Gemenge von Chlorit und Calcit. Dabei wird die Randzone vom Chlorit eingenommen, während das Innere hauptsächlich aus Calcit besteht, welchen der Chlorit oft netzartig durchzieht; in der Regel sind beide Substanzen ungefähr im Gleichgewicht vorhanden, gelegentlich überwiegt der Calcit. Im Chlorit liegt immer reichlich ausgeschiedenes Magneteisen, bei sehr weit vorgeschrittener Verwitterung hat sich aus dem Chlorit etwas Quarz ausgeschieden. Endlich ist die ganze Hornblende von einem dichten Magnetitrand umgeben. Seltener ist die Umwandlung der Hornblende in Calcit und opacitische Substanz. Die letztere bildet dann immer eine dichte Randzone, im Innern ist sie meist nur fein vertheilt, sammelt sich jedoch häufig auf den Spaltrissen in grösserer Menge an, so dass diese deutlich hervortreten. Endlich ist die Hornblende in einem Geröll aus dem Rio de Mindo unter Ausscheidung von Eisenerz in ein faseriges, lebhaft polarisirendes Mineral von schwach grünlicher Farbe umgewandelt, welches wohl Serpentin ist.

Glimmer findet sich nur in einem Handstück vom Pichincha und nur in sehr geringer Menge; es ist Biotit in seiner gewöhnlichen Ausbildung.

Als Einsprengling ist endlich Eisenerz zu nennen. In vielen Porphyriten finden sich eingesprengte Krystalle von Magneteisen, theilweise in scharf ausgebildeten Octaëdern. Ausserdem enthält ein Porphyrit mehrere Ilmenite. Sie erscheinen in Rechtecken oder undeutlich sechseckig und sind fast ganz in Leukoxen umgewandelt, in welchem noch einige unter sich parallele Lamellen von Ilmenit erhalten geblieben sind.

Die Grundmasse erscheint bei allen Porphyriten makroskopisch vollkommen dicht, u. d. M. bei starker Vergrösserung holokrystallin, aber sehr feinkörnig und zeigt dabei grosse Gleichartigkeit bei den verschiedenen Handstücken. Ihre Hauptbestandtheile sind Feldspath und Quarz, von denen der erstere, wenn das Korn nicht zu fein wird, deutliche Leistchen zeigt. In dem Gemenge dieser beiden Mineralien sind in den meisten Fällen zahlreiche kleine Magnetite vertheilt sowie kleine dunkle Körnchen,

welche die ganze Grundmasse trüb erscheinen lassen. Ausserdem enthält die Grundmasse der meisten Stücke zahlreiche kleine Chlorit-, Epidot- und Calcitmassen.

In einigen Geröllen aus dem Rio blanco haben Feldspath und Quarz Neigung zu sphärolithischer Anordnung. In der Grundmasse liegen zahlreiche kleine Sphärolithe, welche im Innern aus radial gestellten Feldspathfasern bestehen. Im Durchschnitt erscheinen diese von einem lebhafter polarisirenden Kreise umschlossen, der sich bei sehr starker Vergrösserung in einzelne rundliche Körnchen auflöst, welche aus Quarz bestehen. Eine ähnliche Gruppirung findet um die Quarzeinsprenglinge statt. Sie sind von einer Zone umgeben, welche aus Feldspathfasern besteht, die auf den Umrissen der Quarze senkrecht stehen, an deren abgerundeten Ecken daher Sphärolithe bilden. Diese Feldspathzone ist nach aussen durch eine stark polarisirende Linie deutlich abgegrenzt, die sich aus zahlreichen kleinen Quarzkörnchen zusammensetzt.

## *V. Diabasporphyrit.*

Im Gegensatz zu den Porphyriten des Pichincha sind die von den Calcalí-Bergen und vom Pululagua (quarzfreie) Diabasporphyrite (mit einer bereits oben angeführten Ausnahme). Sie stammen von Geröllen aus dem Rio Chitahuaico und von der Quelle Cachiyaco in den Calcalí-Bergen sowie von Blöcken aus der Caldera de la Playa und der Quebrada Cantilyaco bei el Pailon, beide Localitäten an der N.W.-Umwallung in der Caldera del Pululagua gelegen.

Ihr makroskopisches Aussehen ist ein ziemlich gleichartiges: Sie besitzen dichte, dunkelgrüne Grundmasse, von welcher sich zahlreiche dunkelgrüne Augiteinsprenglinge deutlich abheben, nur dem aus der Quebrada Cantilyaco stammenden Stück fehlen sie, das Gestein ist vollkommen dicht. In einem anderen Handstück erkennt man ausser dem Augit zahlreiche kleine rothe Krystalle, wahrscheinlich mit Brauneisen überzogene Olivine. Das Aussehen der Diabasporphyrite ist frischer als das der Hornblendeporphyrite, da der (verwitterte) Feldspath makroskopisch in ihnen nicht zu erkennen und der Augit fast stets unverwittert ist.

Bei mikroskopischer Betrachtung erkennt man in sehr feinkörniger und reichlich vorhandener, grünlich erscheinender Grundmasse ziemlich zahlreiche, stark verwitterte Feldspäthe und meist frische helle Augite. Die Grösse der letzteren sowie ihr Mengenverhältniss zu den Feldspäthen ist sehr verschieden. In dem aus der Quebrada Cantilyaco am Pululagua stammenden Stücke ist der Augit in grossen Krystallen vertreten und an Menge dem Feldspath überlegen, in den anderen Stücken sind die Augite kleiner und treten gegen den Feldspath zurück.

Die **Feldspäthe** der Diabasporphyrite sind im allgemeinen kleiner als die der anderen Porphyrite, sonst aber ihnen gleich. Sie bilden breite Leisten oder sind nach allen Richtungen gleichmässig entwickelt. Sie sind fast ganz kaolinisirt, die Zwillingslamellen sind nicht bei allen zu erkennen.

**Augit** ist schon makroskopisch in grossen grünen Krystallen deutlich erkennbar, u. d. M. erscheint er in prismatisch gestreckten Krystallen mit den Flächen $\infty P$ (110), $\infty P \bar{\infty}$ (100), $\infty P \breve{\infty}$ (010) und Domen oder Pyramidenflächen, seltener mit unregelmässiger Begrenzung. Alle zeigen deutlich die prismatische Spaltbarkeit. Zwillinge nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) sind häufig, z. T. aus mehreren Lamellen aufgebaut. Im durchfallenden Licht ist der Augit hellgelb, fast farblos, ohne wahrnehmbaren Pleochroismus, während er makroskopisch dunkelgrün erscheint. An Einschlüssen ist er ziemlich arm. Einige Augite umschliessen Grundmasse in Eiform, von diesen Einschlüssen strahlen in der Regel zahlreiche Sprünge nach dem Umriss des Krystalls aus. Magneteisen ist in manchen in nicht sehr zahlreichen Körnern vorhanden, anderen fehlt es auch ganz; es findet sich besonders bei denjenigen, welche sich in Chlorit umzuwandeln beginnen, was aber bei dem guten Erhaltungszustand des Augites nur bei der Minderzahl der Krystalle der Fall ist, die meisten sind noch vollkommen frisch. Indessen finden sich vereinzelt Augite, welche vollständig verwittert sind, innen zu Chlorit, aussen zu Serpentin.

In einem Diabasporphyrit aus der Quebrada Cantilyaco (Pululagua) erkennt man schon makroskopisch zahlreiche kleine rothbraune Krystalle, die sich u. d. M. als mit Brauneisen überzogene Zersetzungsproducte erweisen. In ihrem jetzigen Zustande bestehen sie aus Chlorit, welcher Quarz einschliesst, oder aus Kalkspath, der von zahlreichen kleinen Quarzkörnchen umrandet ist. Dieses Gemenge wird aussen von Brauneisen überzogen, welches auch in die zahlreichen Sprünge eindringt, durch welche manche dieser Massen in mehrere getrennte Theile geschieden werden. Die äussere Form einiger dieser Zersetzungsproducte weist auf Olivin als das ursprüngliche Mineral hin.

Die **Grundmasse** erscheint makroskopisch dunkelgrün und vollkommen dicht, u. d. M. erweist sie sich als holokrystallin, aber sehr feinkörnig. Man erkennt zahlreiche Feldspathleistchen, dazwischen liegen Augitkörnchen. Ausserdem sind in der Grundmasse verhältnissmässig grosse Magnetitkrystalle vertheilt sowie viel Brauneisen, theils in einzelnen Körnern, theils als Ueberzug über einige der Augite.

## B. Junge Gesteine.

Die in der bisherigen Litteratur enthaltenen allgemeinen Angaben über jungvulkanische Gesteine ans dem behandelten Gebiet sind bereits in der Litteraturübersicht wiedergegeben, es genügt daher, hier anf dieselbe zu verweisen; Einzelheiten sollen später an geeigneter Stelle angeführt werden.

Die vorliegende Sammlung enthält von jüngeren Gesteinen fast ausschliesslich Andesite, manche von ihnen führen etwas accessorischen Quarz, doch nie in so bedeutender Menge, um das betreffende Gestein aus den Andesiten in die Dacite zu verweisen. Ausserdem ist in der Sammlung Basalt in zwei Proben vom Pichincha vertreten. Obsidian ist in grösserer Menge vorhanden, doch gehört er streng genommen nicht dem besprochenen Gebiete an, wie weiter unten des Näheren angegeben werden wird. Schliesslich sind noch lose Auswurfsprodukte, die aber znm grössten Theil ihrer petrographischen Natur nach Andesite sind nnd dann mit diesen zngleich besprochen werden sollen, zn nennen; nur wenige Auswürtlinge sind nicht zn den Andesiten zu stellen nnd erfordern daher eine gesonderte Beschreibnng.

### *I. Andesit.*

Die Andesite ans dem behandelten Gebiet gehören zu den Unterabtheilnngen der Pyroxen-, Amphibol-Pyroxen- und Amphibol-Andesite, nur einer führt so reichlich Glimmer, um ihn ans den genannten drei Abtheilungen anszuscheiden. Unter Amphibol-Pyroxen-Andesiten sollen dabei die unter den vorliegenden Andesiten sehr zahlreichen verstanden werden, welche Amphibol und Pyroxen ungefähr in gleicher Menge führen, also ein Mittelglied zwischen den beiden anderen Gruppen bilden. Diese Eintheilnng ist dieselbe, wie sie Küch[1]) für die von ihm beschriebenen colombianischen Andesite annimmt. Die Abgrenzung der drei Gruppen gegen einander ist nothwendigerweise eine ziemlich willkürliche, da vielfach Uebergänge zwischen ihnen stattfinden, doch ist bei den meisten Andesiten das relative Mengenverhältniss der Bisilicate ein derartiges, dass ihre Unterordnung unter eine der drei Abtheilungen von selbst gegeben ist. Es ist daher jedenfalls zweckmässig, diese Theilung beiznbehalten, weil so eine erste Gliederung des umfangreichen Materials gegeben ist, znmal da diese, wie sich im folgenden zeigen

[1]) Reiss und Stübel: Geologische Studien in der Republik Colombia I. Berlin 1892 p. 18 und 42.

wird, ziemlich gut der geographischen Vertheilung der Varietäten entspricht. Zwar sagt Wolf:[1]) „Hornblende- und Angit-Andesit kommen hier nicht getrennt an verschiedenen, sondern ganz regellos an einem und demselben Vulkan vor; so besitzt z. B. der Pichincha beide Arten in typischer Ausbildung"; indessen zeigt die vorliegende Sammlung doch für jeden Berg das entschiedene Vorherrschen einer Andesit-Varietät oder, wo sich mehrere finden, stammen die Repräsentanten verschiedener Varietäten von verschiedenen Theilen des Berges, können also sehr wohl auch verschiedenen Eruptivmassen angehören. Dies zeigt sich z. B. gerade am Pichincha recht klar, indem der Guagua-Pichincha fast ausschliesslich von Amphibol-Pyroxen-, der Rucu-Pichincha dagegen von Pyroxen-Andesit gebildet wird, wie auch Wolf selbst an anderer Stelle[2]) anführt. Ein structureller Unterschied der verschiedenen Varietäten oder eine Verschiedenheit in der Ausbildung der das Gestein zusammensetzenden Mineralien ist indessen nicht wahrnehmbar, es sollen daher zunächst Structur und Bestandtheile der gesammten Andesite gemeinsam besprochen werden.

Ueber das makroskopische Aussehen der Andesite lässt sich im allgemeinen nur sagen, dass sie fast stets deutlich porphyrische Structur zeigen. Die Grundmasse ist, soweit die Gesteine frisch sind, in der Regel graublau und meist compact. Als Einsprenglinge sind bei fast allen die Feldspäthe makroskopisch sichtbar sowie die Hornblende, soweit diese überhaupt in den Gesteinen vorhanden ist, doch mit sehr verschiedener Deutlichkeit. Hat das Gestein eine helle Grundmasse, so sind oft die Feldspäthe schwer erkennbar, können bei flüchtiger Betrachtung wohl ganz übersehen werden, während sich die Hornblenden sehr deutlich abheben. Dass diese schwer erkennbar wird, ist seltener zu beobachten, da so dunkele Grundmassen sich nur selten finden. Die Pyroxene sind wohl in den typischen Pyroxen-Andesiten in der Regel makroskopisch deutlich, in den Amphibol-Pyroxen-Andesiten dagegen meist erst mikroskopisch erkennbar; infolgedessen sind die letzteren von den Amphibol-Andesiten makroskopisch nicht zu unterscheiden. Olivin und Glimmer treten nur bei sehr wenigen makroskopisch hervor, Quarz nie. In ihrem Aussehen weichen die Amphibol-Andesite des Pululagua auffallend von den übrigen Andesiten ab, hauptsächlich infolge der verschiedenen Ausbildung der Feldspäthe. Diese sind bei den Pichincha-Andesiten in ihrer Hauptmasse klein, nur wenige überschreiten die Länge von 5 mm, dafür aber überaus zahlreich im Gestein vorhanden. Bei den Pululagua-Andesiten dagegen bilden die Feldspäthe auf Bruchflächen bis $^3/_4$ cm breite und bis $1^1/_2$ cm lange, weiss-glänzende

[1]) Th. Wolf: Geognostische Mittheilungen aus Ecuador. I Ueber das Vorkommen von Quarz-Andesit im Hochlande von Quito. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1874 p. 385 Fussnote.

[2]) Th. Wolf: Neues Jahrbuch für Mineralogie 1875 p. 453.

Leisten, sind aber nicht so zahlreich vorhanden wie in den anderen Andesiten, so dass die Grundmasse hier einen grösseren Raum einnimmt.

Innerhalb des beschriebenen allgemeinen Habitus findet eine reiche Variation statt durch verschiedene Nuancirung in der Farbe der Grundmasse sowie durch Wechsel in der Grösse und relativen Menge der Einsprenglinge. Auch finden sich, wenn auch nicht sehr zahlreich, Andesite, welche von diesem Typus stark abweichen, besonders in der Farbe der Grundmasse oder dadurch, dass diese fettglänzend oder glasig entwickelt ist, letzteres besonders bei bimssteinartiger Ausbildung. Die so bewirkten Verschiedenheiten im Aussehen sind so mannigfaltige, dass ein näheres Eingehen auf dieselben hier zu sehr in Details führen würde, diese Verhältnisse werden daher besser später bei Aufzählung der einzelnen Vorkommnisse besprochen. Hier sei nur noch auf eine besondere Erscheinung hingewiesen. Es finden sich in der vorliegenden Sammlung zahlreiche Handstücke, deren Grundmasse ziegelroth erscheint, auch die in ihnen sichtbaren Hornblenden haben eine ähnliche, rothbraune Farbe, dabei sind diese Gesteine in der Regel sehr bröckelig. In der oben angeführten Litteratur werden derartige rothe Andesite mehrfach erwähnt. Man hat in ihnen Verwitterungsproducte vor sich, deren rothe Farbe durch ausgeschiedenes Eisenoxyd hervorgerufen ist. Diese Gesteine stammen nach mündlicher Mittheilung von Herrn Dr. Reiss meist von der Oberfläche von Lavaströmen, sie besitzen hie und da säulenförmige Absonderung, welche mehrere von ihnen auch im Handstück deutlich erkennen lassen.

U. d. M. bieten die Andesite ein weniger verschiedenes Aussehen dar als makroskopisch. Die Grundmasse ist in weitaus den meisten Fällen als glasgetränkter Mikrolithenfilz entwickelt, entweder hell und farblos oder durch kleine körnige Interpositionen getrübt; in den zuletzt erwähnten verwitterten Gesteinen erscheint sie röthlich. Seltener ist sie glasig, fast nur bei bimssteinartigen Gesteinen. Von Einsprenglingen ist zunächst als an Menge vorherrschend und in allen Handstücken vorhanden Feldspath zu nennen. Nächst diesem sind am reichlichsten Pyroxen und Amphibol vertreten, beide in den meisten Gesteinen vorhanden, doch in sehr verschiedenem relativen Mengenverhältniss. In den typischen Amphibol-Pyroxen-Andesiten im Gleichgewicht, tritt das eine der beiden Mineralien gegen das andere immer mehr zurück, bis in den typischen Pyroxen- oder Amphibol-Andesiten nur noch ein Bisilicat vorhanden ist, indessen sind diese Extreme nicht häufig. Gegenüber den genannten drei Einsprenglingen treten die übrigen untergeordnet auf. So ist Glimmer nur in einer geringen Anzahl von Handstücken vorhanden und auch in diesen nur in geringer Menge. Olivin findet sich in mehreren Andesiten, aber in der Regel nicht in grösserer Menge und ist an reichliche Gegenwart von Pyroxen gebunden, so dass er den Amphibol-Andesiten ganz fehlt. Auch

Apatit kommt dann nnd wann als Einsprengling vor, ebenso Quarz, dieser im Gegensatz zum Olivin nur bei reichlich vorhandenem Amphibol, fehlt daher den Pyroxen-Andesiten. Schliesslich ist noch Eisenerz als Einsprengling in den meisten Andesiten zu nennen. Sehr häufig sind Krystalle der Einsprenglinge zerbrochen, besonders der Feldspath findet sich mehr in Bruchstücken als in ganzen Krystallen.

Die erste Stelle nnter den Einsprenglingen nimmt der **Feldspath** ein, der wohl ausschliesslich Plagioklas ist; zwar sind Durchschnitte ohne Zwillingslamellen nicht selten, doch erweisen sich diese durch ihre Begrenzungselemente als parallel $\infty P \breve{\infty}\,(010)$ getroffen. Schon makroskopisch tritt er in fast allen Andesiten deutlich hervor in meist zahlreichen, weissen Krystallen mit einem Dnrchmesser bis zu 0,5 cm. Anf seine Verschiedenheit in den Pichincha- und Pululagua-Andesiten wurde schon oben hingewiesen. Die Feldspäthe sind meist tafelförmig nach $\infty P \breve{\infty}\,(010)$ entwickelt und idiomorph, letztere Eigenschaft wird dadurch einigermassen undentlich, dass sehr viele Krystalle zerbrochen sind und daher häufig nur Bruchstücke vorliegen. Schnitte aus der Zone der Axe *b* zeigen $\infty P \breve{\infty}\,(010)$, $\infty{}'_{,}P\,(1\bar{1}0)$, $\infty P'_{,}\,(110)$, seltener $\infty P \bar{\infty}\,(100)$, Schnitte parallel $\infty P \breve{\infty}\,(010)$ sind begrenzt von $0P\,(001)$, ${}_{,}P_{,}\infty\,(\bar{1}01)$, $2{}_{,}P_{,}\infty\,(\bar{2}01)$, $\infty{}'_{,}P\,(1\bar{1}0)$ nnd $\infty P'_{,}\,(110)$, dabei ist meist die Kante $0P\,(001)$: $\infty P \breve{\infty}\,(010)$, seltener $\infty P'_{,}\,(110)$: $\infty P \breve{\infty}\,(010)$ die längere, die Krystalle sind also in der Regel nach *a*, seltener nach *c* gestreckt. Sehr deutlich treten die Spaltrisse nach einer Prismenfläche als grobe, nicht genau geradlinige Risse hervor, wogegen die nach $0P\,(001)$ nur bei einem Theil der Feldspäthe zu beobachten sind als feine, genan geradlinig verlaufende Risse, die in der Regel den Krystall nicht ganz dnrchsetzen, sondern beiderseitig in ihm aufhören. Die Feldspäthe sind ganz allgemein polysynthetische Albitzwillinge, häufig tritt gleichzeitig das Periklingesetz in Erscheinung.

Was an den Feldspäthen am meisten in die Augen fällt, ist ihre ausgezeichnete Zonarstructur, welche kaum einem von ihnen fehlt. Diese Eigenschaft zeigen die Feldspäthe aller Andes-Andesite in hervorragender Weise nnd sie ist bereits an Gesteinen vom Monte Tajumbina in Colombia (nicht Perú) von Höpfner eingehend studirt worden.[1] Er kommt dabei zu dem Resultat, dass man bei der Zonarstructnr zwei verschiedenartige Ausbildungen zu unterscheiden habe, eine „einfach fortschreitende“, bei welcher die chemische Zusammensetzung und damit die Auslöschungsschiefe des Feldspathes sich von innen nach anssen continuirlich ändert, und eine „unregelmässig wiederholte“, bei welcher Zonen verschiedener Zusammensetznng anf einander folgen, wobei verschiedene nicht unmittelbar auf einander folgende die gleiche chemische Zusammensetzung haben

[1]) C. Höpfner: Ueber das Gestein des Monte Tajumbina in Peru. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1881 II p. 164.

können; von diesen beiden Ansbildungsweisen ist die erstere weit häufiger anzutreffen als die letztere. Während bei der ersten Ausbildungsart die chemische Zusammensetzung von Kern und Rand grosse Verschiedenheit aufweist, so dass in der Auslöschungsschiefe Differenzen von 20° nicht selten sind, sogar solche von 40° vorkommen, weichen bei der unregelmässig wiederholten Zonenbildung unmittelbar auf einander folgende Zonen in ihrer Auslöschungsschiefe nur um wenige Grade von einander ab. Höpfner sieht daher in den beiden Ausbildungsweisen zwei von einander zu trennende Erscheinungen, welchen verschiedene Ursachen zu Grunde liegen, gleichwohl kommen sie nach ihm häufig an ein und demselben Krystall gleichzeitig vor. Er fand nun das schon von anderen Forschern aufgestellte Gesetz bestätigt, dass allgemein der Kern basischer sei als der Rand, ersterer meist Anorthit oder Labradorit, letzterer Oligoklas; doch giebt er selbst an, dass bei vielen Feldspäthen auf den Oligoklasrand nach aussen noch eine schmale Zone mit grösserer Auslöschungsschiefe folgt, in ihrer chemischen Zusammensetzung ungefähr dem Centrum gleich.

Die von Höpfner vorgeschlagene Unterscheidnng der zwei verschiedenen Ansbildungen der Zonarstructur ist, soweit sie nnr der Ansdruck der mikroskopischen Erscheinung sein soll, jedenfalls zu billigen, denn in der That sind die beiden durch sie hervorgebrachten Bilder sehr verschieden. Einen prinzipiellen Unterschied vermag ich aber nicht zwischen ihnen zu erblicken, vielmehr scheint mir die „unregelmässig wiederholte“ Zonenbildung nur eine mehrfache Wiederholung der „einfach fortschreitenden“ zu sein. Eine genaue Beobachtung der Zonen lehrt nämlich, dass diese nicht in ihrer ganzen Breite dasselbe Mischungsverhältniss von Ab und An[1]) und infolgedessen die gleiche Auslöschungsschiefe besitzen, vielmehr besteht das Wesen der Zone darin, dass in ihr ein continuirlicher Wechsel im Verhältniss Ab:An statthat und zwar gilt hier die Regel, dass eine Zone in ihren innersten Parthien am basischsten ist und nach aussen continuirlich saurer wird. Diese lediglich auf optische Beobachtung gestützte Auffassung findet ihre Bestätigung in der Angabe Küchs,[2]) dass bei zonaren Feldspäthen colombianischer Andesite die inneren Parthien der Zonen von Salzsäure häufig stärker angegriffen werden als die äusseren. Eine Zone ist also die Gesammtheit einer grossen Zahl von unendlich dünnen Schichten, in denen der Albitgehalt von innen nach aussen continuirlich zunimmt. Es ist deshalb auch unzulässig, von „der Auslöschungsschiefe“ einer Zone zu sprechen, da dieselbe eben innerhalb der Zone von Schicht zu Schicht wechselt. Dass dies der Fall ist, tritt besonders dann klar hervor, wenn man einen Rand der Zone auf Dunkelheit einstellt. Alsdann erscheint keineswegs

[1]) Ab = Albit, An = Anorthit.

[2]) Reiss und Stübel: Geologische Studien in der Republik Colombia I. Berlin 1892 p. 26.

die ganze Zone dunkel, vielmehr verläuft die Dunkelheit nach dem anderen Rande der Zone zu allmählig in Helligkeit, während sie natürlich am Rande durch die Zonengrenze scharf abgeschnitten erscheint (cf. Fig. 6 und 9). Genau dieselben Verhältnisse giebt Becke von Plagioklasen aus Quarz-Diorit-Porphyrit des niederösterreichischen Waldviertels an.[1])

Ist nun mit einem einmaligen derartigen Uebergang von basischem zu sauerem Feldspath die Bildung des Krystalls abgeschlossen, besteht dieser also so zu sagen nur aus einer Zone, so zeigt er das Bild der „einfach fortschreitenden" Zonenbildung, und das Gesetz, dass der Kern basischer ist als der Rand, besteht bei ihm zu Recht. Derartige Fälle gehören indessen zu den Ausnahmen, Regel ist, dass, wenn eine derartige Zone gebildet ist, sich auf ihr eine zweite ausscheidet und zwar ebenfalls wieder anfangs aus basischem Feldspath bestehend und allmählig saurer werdend; auf dieser zweiten Zone schlägt sich dann eine dritte nieder und so fort, so dass der ganze Krystall aus einer ganzen Reihe von Zonen gebildet ist. Eine Zonengrenze scheidet also nicht zwei concentrische Schalen mit zwei verschiedenen Mischungsverhältnissen, sie bezeichnet vielmehr den Abschluss einer Entwicklungsreihe und den Beginn einer neuen. So entsteht das, was Höpfner „unregelmässig wiederholte" Zonenbildung nannte, die sich somit lediglich als eine Wiederholung der einfachen darstellt.

Zur Erklärung für das Zustandekommen einer Zone genügt die Annahme, dass in einem feurig-flüssigen Magma die Anorthitsubstanz grössere Tendenz zur Ausscheidung besitzt als die Albitsubstanz. Diese Annahme ist bei unseren Kenntnissen von den Vorgängen bei der Gesteinsverfestigung vollkommen zulässig und auch zur Zeit von vielen Seiten angenommen. So giebt, um nur einen neueren Autor anzuführen, Lagorio[2]) als Ausscheidungsfolge der hier in Frage kommenden Verbindungen an: Calcium-, Calcium-Natrium- und zuletzt Natrium-Silicate, d. h. also, basische Feldspäthe scheiden sich vor den sauren aus. Besteht dieses Gesetz in der That, so muss aus einem Magma, welches Anorthit- und Albitsubstanz gemischt enthält, sich zuerst ein basischer Feldspath ausscheiden. Aus dem nun saurer gewordenen Magma scheidet sich wieder möglichst basischer Feldspath aus, der aber etwas saurer sein muss als der vor ihm ausgeschiedene und so fort. Da nun mit dem Ausfallen eines jeden Moleküls das Magma um ein Minimum saurer wird, so muss ebenso der sich ausscheidende Feldspath continuirlich saurer werden, es muss sich also ein „einfach fortschreitend" zonarer Krystall bilden, bis das ganze ihm zur Verfügung stehende Magma verfestigt ist.

---

[1]) F. Becke: Eruptivgesteine aus der Gneissformation des nieder-österreichischen Waldviertels. Mineralogische und petrographische Mittheilungen ges. von G. Tschermak Bd. V 1883 p. 150.

[2]) A. Lagorio: Ueber die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma. Mineralogische und petrographische Mittheilungen ges. von G. Tschermak Bd. VIII. 1887 p. 521.

Es fragt sich nun, wie sich hiermit eine Wiederholung der Zonen in Einklang bringen lässt, bei der also nach Ausscheidung eines relativ sauren Feldspaths wieder ein basischer gebildet wird. Da liegt es nahe, einen Umstand herbeizuziehen, den schon Höpfner zur Erklärung wiederholter Zonenbildung benutzt, nämlich Strömungen im Magma und dadurch bedingtes Wandern der bereits ausgeschiedenen Krystalle. Diese sollen dadurch nach Höpfner an verschieden heisse Stellen des Magma geführt werden, doch ist nicht recht ersichtlich, wie hierdurch die in Frage stehende Erscheinung zu Stande kommen soll. Dagegen erscheint mir der Vorgang folgendermassen erklärlich: Hat sich an irgend einer Stelle im Magma alle dort befindliche Feldspathsubstanz ausgeschieden, als erste Zone eines Krystalls, so kann dieser zunächst aus Mangel an Feldspathsubstanz nicht weiter wachsen. Um ihm dies zu ermöglichen, muss er durch Strömungen an andere Stellen im Magma geführt werden, an denen sich noch unausgeschiedene Feldspathsubstanz befindet. Geschieht dies nun, so wird sich auf dem schon erstarrten Feldspathkern eine Zone in der oben angegebenen Art niederschlagen, bis auch hier alle Substanz ausgeschieden ist. Durch weiteres Wandern des Krystalls können sich dann noch weitere Zonen auf ihm absetzen. Durch die Strömungen im Magma wird bei dieser Erklärung also nur eine Stoffzufuhr bewirkt. Dass thatsächlich im Magma lebhafte Strömungen stattfanden, auch noch nachdem schon ein grosser Theil der Einsprenglinge ausgeschieden war, beweisen die überaus zahlreichen Bruchstücke von Krystallen, besonders von Feldspath, welche von den zugehörigen anderen Bruchstücken desselben Krystalls meist so weit entfernt sind, dass sich diese gar nicht mehr auffinden lassen.

Wenden wir uns nun den Einzelheiten der Erscheinung zu und prüfen wir, ob sich diese mit der oben gegebenen Deutung ungezwungen in Einklang bringen lassen. Am geeignetsten zur Beobachtung sind Schnitte parallel $\infty P \breve{\infty}$ (010), welche sich auch in den Schliffen in genügender Zahl finden. Sie sind leicht zu erkennen an dem vollständigen Fehlen von Albitlamellen, so dass eine Verwechselung so gut wie ganz ausgeschlossen ist. Ferner haben diese Schnitte gegen andere den Vorzug, dass sie die grösste Fläche des Krystalls zeigen und durch ihre Spaltrisse nach 0 P (001) eine genaue Orientirung ermöglichen. Da sehr häufig an ihnen die Fläche $2{,}P{,}\bar{\infty}$ (201) ausgebildet ist, lässt sich durch Messen des Winkels 0 P (001) : $2{,}P{,}\bar{\infty}$ (201) auch entscheiden, in welchem Sinne die Auslöschungsschiefe gegen die Basis geneigt ist. Doch sei hier beiläufig bemerkt, dass Feldspäthe mit sogenannter positiver Auslöschungsschiefe in den vorliegenden Gesteinen nicht beobachtet wurden.

Einen Feldspath mit typisch entwickelter Zonarstructur zeigt Fig. 6. Der Schnitt geht parallel $\infty P \breve{\infty}$ (010) und wird begrenzt von den Flächen 0 P (001), ${,}P{,}\bar{\infty}$ ($\bar{1}$01),

$2\,{}_{,}P_{,}\bar{\infty}$ ($\bar{2}01$) nnd $\infty P'$ (110). Er besteht aus einem Kern und drei dentlich hervortretenden Zonen. In den äusseren Parthien des Kerns sind anch noch Zonen wahrnehmbar, indessen nur sehr undentlich und allmählig in einander übergehend. Genane Messungen ergaben als (durchweg negative) Auslöschungsschiefen gegen die Spaltrisse nach 0 P (001), die Zonen von anssen nach innen gezählt:

| Zone: | I | II | III | Kern |
|---|---|---|---|---|
| am änsseren Rande: | 2° | 2° | 4° | 5° |
| am inneren Rande: | 22° | 22° | 27° | 33° |

Der Krystall ist in zwei Stellungen abgebildet. In Fig. 6a bildet seine Basis mit den Nicolhanptschnitten Winkel von 22° resp. 68°. Bei dieser Stellung befinden sich die inneren Ränder der Zonen theils genau, theils nahezu in Dunkelstellung nnd man erkennt das allmählige Hellerwerdcn der Zonen nach anssen. Das Innere des Kerns erscheint ebenfalls hell, weil hier die Auslöschungsschiefe eine sehr grosse ist. Fig. 6b zeigt denselben Krystall so gestellt, dass seine Basis einem Nicolhanptschnitte parallel geht; in dieser Stellung tritt die geringe Anslöschnngsschiefe der äusseren Zonenränder dentlich hervor. Bei diesem Feldspath sind die Verhältnisse besonders übersichtlich, da die Zonen nnr in geringer Zahl auftreten nnd verhältnissmässig breit sind. Meist ist ihre Zahl eine grössere, Feldspäthe mit 10 und mehr Zonen sind häufig anzutreffen, dabei ist dann die Breite der einzelnen Zoncn eine viel geringere, so dass hänfig eine Messung der verschiedenen Auslöschungsschiefen an beiden Rändern undurchführbar wird.

Was die absolnten Werthe der Auslöschnngsschiefen betrifft, so steigen diese anf $\infty P \breve{\infty}$ (010) in den basischen Parthien nicht selten über 30°, was nach der Schusterschen Tabelle auf einen dem Anorthit schon sehr nahe stehenden Feldspath von der Znsammensetzung $Ab_1\,An_4$ hinweist. In den sauren Schichten sinken dagegen die Anslöschungsschiefen bis auf wenige Grade, entsprechend einem sauren Andesin. Dabei haben die Zonen eines Krystalls keineswegs die gleichen Grenzwerthe der Auslöschungsschiefen, vielmehr sind diese bei den einzelnen Zonen verschieden, ohne dass sich eine Regelmässigkeit in den Abweichungen der Zonen von einander erkennen liesse, nur sind die Verschiedenheiten im Allgemeinen keine sehr grossen nnd im Kern steigt die Auslöschnngsschiefe bisweilen höher als in den umgebenden Zonen. Nach den oben für einen Krystall angegebenen Werthen könnte es scheinen, als nähmen die Maxima und Minima der Anslöschungsschiefen von den inneren nach den änsseren Zonen ab, indessen ist diese Regelmässigkeit hier nur eine zufällige. Dies zeigt ein Vergleich mit den folgenden Werthen, die an einem aus einer grösseren Zahl von Zonen bestehenden Feldspath gemessen wurden:

| Zone: | I | II | III | IV | V | VI | Kern |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| am äusseren Rande: | 5° | 10° | 6° | 7° | 5° | 6° | 15° |
| am inneren Rande: | 20° | 16° | 16° | 13° | 11° | 9° | |

Diese Zahlen zeigen, dass eine Abnahme in den Werthen der grössten und kleinsten Auslöschungsschiefen von innen nach aussen keineswegs Regel ist.

Sehr häufig löscht der Kern in seiner ganzen Ausdehnung einheitlich aus und ist dann bisweilen verhältnissmässig sehr sauer, oft ist auch die Aenderung der Auslöschungsschiefe auf einen schmalen Rand im Kerne beschränkt. Diese scheinbaren Anomalien erklären sich sehr leicht, wenn man berücksichtigt, dass ein Schliff nur eine durch den Krystall gelegte Ebene zeigt und dass bei einem zonar struirten Feldspath die sich darbietende Erscheinung von der Lage dieser Ebene nothwendig abhängig sein muss. Geht die Schnittebene durch das Centrum des Krystalls, so muss die Zonarstructur natürlich durch den ganzen Schnitt hindurch sichtbar sein. Durchschneidet man dagegen einen zonar gebauten Feldspath parallel einer seiner Flächen und nicht genau im Centrum, so fällt die Schnittebene mit einer äusseren Schicht des Kernes zusammen, dieser kann dann begreiflicherweise keine Zonarstructur zeigen oder höchstens am Rande, wenn der Schnitt den Kern nicht zu nahe an seiner Aussenfläche traf; da der vom Kern im Schliff vorhandene Theil dessen äusserer Parthie angehört, so muss er natürlich relativ sauer sein. Liegt der Schnitt noch etwas weiter vom Centrum des Krystalls entfernt, so lässt er den Kern ganz unberührt und durchschneidet die erste auf ihn folgende Zone in ihrer inneren Parthie, der Schliff zeigt dann ebenfalls ein gleichmässig auslöschendes Mittelfeld, welches aber, im Gegensatz zu vorhin, wieder stark basisch ist. Es ist leicht ersichtlich, welche Bilder durch weiteres Hinausrücken der Schnittebene entstehen; zu ihrer richtigen Deutung muss man nur im Auge behalten, dass Centrum des Schnittes und Centrum des Krystalles durchaus nicht identisch zu sein brauchen, vielmehr nur in wenigen Ausnahmefällen zusammenfallen werden. Im extremsten Falle wird ein Krystall sehr nahe einer seiner Aussenflächen durchschnitten werden, ein derartiger Schnitt erscheint dann vollkommen frei von Zonarstructur.

Im Anschluss hieran sei noch eine andere Erscheinung besprochen, welche ihre Erklärung ebenfalls in dem Umstande findet, dass die verschiedenen Zonen von einem Schnitt durch den Krystall verschieden getroffen werden. Bei der Entstehung eines zonaren Krystalles durch Anlagerung neuer Zonen auf die bereits gebildeten erscheint es von vornherein höchst wahrscheinlich, dass alle Zonen von denselben Krystallflächen begrenzt sind, und in der That findet man bei der Durchmusterung einer Anzahl von Schliffen diese Annahme im Allgemeinen bestätigt. Hin und wieder begegnet man aber Feldspathdurchschnitten, bei welchen in den äusseren Zonen Flächen auftreten, die den

inneren fehlen oder auch umgekehrt. Diese Erscheinung hebt schon Höpfner hervor und spricht die Vermuthung aus,[1]) es „habe auch die Temperatur des Magmas, aus dem sich die Krystalle ausschieden, Einfluss auf das Auftreten resp. Fehlen gewisser Flächen". Abgesehen davon ist wohl auch zu berücksichtigen, dass, z. B. infolge von Strömungen im Magma, die einen Flächen stärker wachsen als andere, so dass diese allmählig ganz verschwinden. Ist z. B. eine Zone neben anderen Flächen von $\infty P'(110)$, $\infty{}'P(1\bar{1}0)$ und $\infty P\bar{\infty}(100)$ begrenzt, so kann durch stärkeres Wachsthum der Prismenflächen sehr wohl das Pinakoid gänzlich verschwinden. In vielen Fällen von Aenderungen in den Krystallflächen bedarf es aber gar nicht derartiger Annahmen, da die verschiedenen Zonen von den gleichen Flächen begrenzt sein können, auch wenn der Durchschnitt durch den Krystall aussen andere Flächen zeigt als innen. Ein Beispiel möge dies erläutern. Ein Krystall (vergl. Fig. 7) sei in allen seinen Zonen von $\infty P\breve{\infty}(010)$, $\infty P'(110)$, $\infty{}'P(1\bar{1}0)$, $0P(001)$ und ${}_{,}P_{,}\infty(\bar{1}01)$ begrenzt und von einer Ebene (*ab* der Figur) ungefähr senkrecht zur *c*-Axe durchschnitten; der Schnitt treffe den Kern in seiner äussersten Parthie. Der Kern wird dann im Schliff von den Flächen $\infty P\breve{\infty}(010)$, $0P(001)$ und ${}_{,}P_{,}\infty(101)$ begrenzt erscheinen. Die auf den Kern folgende Zone wird von derselben Ebene etwas mehr nach ihrem Innern zu durchschnitten, es werden bei ihr im Schliff zu den Flächen des Kernes noch die Prismenflächen treten. Die nächstfolgende Zone wird noch näher ihrem Centrum durchschnitten, hier können Basis und Doma vielleicht schon gar nicht mehr getroffen werden und es erscheinen als Begrenzungen nur $\infty{}'P(110)$, $\infty P'(110)$ und $\infty P\breve{\infty}(010)$. Bei diesem Krystall fehlen also scheinbar Basis und Doma den äusseren Zonen, während bei den letzteren das dem inneren Theile fehlende Prisma neu auftritt; der Kern erscheint viereckig, dann folgen achteckige und schliesslich sechseckige Zonen, obwohl der Krystall in allen Zonen von den gleichen Flächen begrenzt wird. Ein Feldspath, bei dem dieses als Beispiel angeführte Verhältniss thatsächlich vorzuliegen scheint, ist in Fig. 8 wiedergegeben. Zu den Flächen des Kerns, $\infty P\breve{\infty}(010)$ und $0P(001)$ oder ${}_{,}P_{,}\bar{\infty}(101)$, tritt in den äusseren Zonen als scheinbar neu eine Prismenfläche. Sehr klar zeigt denselben Wechsel der genannten Flächen der von Becke in seiner bereits oben citirten Arbeit abgebildete Feldspath.[2]) Auf diese Weise werden sich viele Fälle von Wechsel der Flächen als nur scheinbar erklären lassen. Es soll damit jedoch keineswegs gesagt sein, dass die Flächen immer durch den ganzen Krystall constant sein müssen, es sollte nur darauf aufmerksam gemacht werden, welcher Täuschung man bei

[1]) C. Höpfner: Neues Jahrbuch für Mineralogie 1881 II p. 179.

[2]) F. Becke: Mineralogische und petrographische Mittheilungen ges. von G. Tschermak Bd. VIII 1887 Tafel I Fig. 1.

der Dentnng derartiger Erscheinungen ausgesetzt sein kann und dass hierbei stets Vorsicht anzuwenden ist.

Zwillingskrystallle haben einheitliche Zonarstructur, die Zonen gehen über die Zwillingsgrenzen unbeeinflusst durch diese hinweg, natürlich können die durch die Zwillingsgrenze getrennten Theile derselben Schicht nicht gleichzeitig auslöschen, da sie in Zwillingsstellung zu einander stehen. Bisweilen stösst man jedoch beim Durchmustern der Schliffe auf Feldspathzwillinge, bei welchen die Zonen an der Zwillingsgrenze aufhören, so dass das eine Individuum homogen erscheint. Ein ausgezeichnetes Beispiel dieser Erscheinnng zeigt Fig. 9. Das Fehlen der Zonen in der einen Hälfte ist indessen nur ein scheinbares; man überzeugt sich leicht davon, wenn man die Parallelität der in den Krystall eintretenden Lichtstrahlen aufhebt (durch Senken des unteren Nicols mit der über ihm befindlichen Linse oder durch Aufsetzen einer Condensorlinse auf das Nicol). Alsdann setzen sich die Zonen der einen Krystallhälfte über die Zwillingsgrenze hinaus in die andere ungestört fort. Bedingt ist das scheinbare Aufhören der Zonen an der Zwillingsgrenze in vielen Fällen dadurch, dass die Ebene des Schliffes in dem scheinbar zonenfreien Individuum entweder dessen $a$-Axe parallel geht, im stumpfen Winkel $0\,P\,(001) : \infty\,P\,\breve{\infty}\,(010)$ liegt und gegen die Basis um $40^\circ$ geneigt ist, oder auf $\infty\,P\,\breve{\infty}\,(010)$ senkrecht steht, im stumpfen Winkel $0\,P\,(001) : \infty\,P\,\bar{\infty}\,(100)$ liegt und gegen die Basis um wenige Grade (ca. $8^\circ$) geneigt ist. Namentlich auf derartigen Schnitten zeigen nach Michel Lévy und Lacroix[1]) sämmtliche Plagioklase dieselbe Auslöschungsschiefe; bei einem zonar gebauten Feldspath müssen daher die Zonen unsichtbar bleiben. Dabei ist stillschweigend die Voraussetzung gemacht, dass die Lichtstrahlen den Krystall unter sich parallel und senkrecht zur Schnittebene durchlaufen. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so weichen die Auslöschungsschiefen der verschiedenen Plagioklasvarietäten natürlich auch bei diesem Schnitt von einander ab, im nicht parallelen polarisirten Licht müssen daher bei zonar struirten Krystallen die Zonen sichtbar werden.

Nicht selten zeigen die Zonengrenzen in ihrem Verlauf Unregelmässigkeiten, die mit grosser Wahrscheinlichkeit als Corrosionserscheinungen aufzufassen sind. Zunächst kann man wohl so den Umstand erklären, dass die inneren Zonen an ihren Kanten meist abgerundet erscheinen; nicht selten geht dies beim Kern so weit, dass er im Durchschnitt eine regelmässig ovale Form zeigt. Ausser dieser sehr häufigen Erscheinung begegnet man dann und wann Krystallen, bei denen auch die Flächen der Zonen corrodirt sind und daher im Schliff wellig oder wie angefressen erscheinen. Dass aber

---

[1]) A. Michel Lévy et A. Lacroix: Les minéraux des roches. Paris 1888 p. 201 Fig. 88 und p. 202 Fig. 89.

nicht alle Einbuchtungen der Zonengrenzen als Corrosionserscheinungen aufzufassen sind, beweist der in Fig. 10 abgebildete Feldspath. Er enthält einen Einschluss von Grundmasse, um den herum die eine Zone stark eingebuchtet ist, dass aber hier keine nachträgliche Auflösung von schon fest gewordener Feldspathsubstanz stattgefunden hat, geht daraus hervor, dass die Linien gleicher Auslöschungsschiefe die Einbuchtung mitmachen, der Krystall muss also in der jetzt vorliegenden Form gewachsen sein. Dies Beispiel dürfte für die kürzlich von Küch[1]) aufgestellte Behauptung sprechen, dass alle bisher auf Corrosion zurückgeführten Erscheinungen nur unvollkommen umwachsene Einschlüsse sind, wenigstens beweist dieser Feldspath, dass nicht alle Einbuchtungen von Grundmasse durch Corrosion entstanden sind.

An Einschlüssen ist die Mehrzahl der Feldspäthe nicht sehr reich. Als solche finden sich am häufigsten farbloses Glas, meist in ungefähr quadratischer Form und mit grosser Luftblase, Apatitsäulchen, Magnetit- und Augitkörnchen, seltener sind braunes Glas, Grundmasse, Hornblende und Eisenoxyd, in wenigen Krystallen kommen auch zahlreiche staubförmige Interpositionen vor, durch welche der Feldspath grau getrübt erscheint. Die Anordnung der Einschlüsse ist sehr häufig eine zonale, besonders wenn sie in grösserer Menge auftreten. In letzterem Falle bestehen sie fast stets aus farblosem oder braunem Glase und erfüllen entweder den Kern fast vollständig oder bilden eine breite Zone nahe der äusseren Umgrenzung, doch ist ein äusserster schmaler Rand immer frei von ihnen. Bisweilen sieht man, dass ein Krystall mit unregelmässiger abgerundeter Umgrenzung eine breite Zone von Einschlüssen führt, welche seinem Umriss, nicht krystallographischen Flächen des Krystalls, parallel läuft, eine Erscheinung, welche bereits in anderen Andesiten beobachtet und durch Corrosion und darauf folgendes schnelles Wachsthum erklärt wurde.[2])

Verwitterungserscheinungen fehlen den Feldspäthen der vorliegenden Andesite so gut wie ganz, bei einigen hat sich auf den Sprüngen Kalkspath abgesetzt, in wenigen Fällen ist fast der ganze Feldspath-Krystall durch Kalkspath ersetzt, bisweilen ist auch eine Zone des Krystalls fast vollständig durch Calcit verdrängt. Die meisten grösseren Feldspäthe einiger Amphibol-Pyroxen-Andesit-Blöcke in der Quebrada de Chinquil und im Rio Cinto (Pichincha) sind z. T. in Eisenoxyd und Kalkspath umgewandelt; eine schmale Randzone ist vollständig frisch geblieben, auf diese folgt ein Kranz von Eisenoxydkörnern, die sich nach innen allmählig mit Kalkspath mengen, der dann ganz herrschend wird und meist sphärolithisch angeordnet ist. Bei noch nicht zu weit vorgeschrittener Verwitterung liegt im Kalkspath noch ein frischer Feldspathkern.

[1]) R. Küch in: Reiss und Stübel, Geologische Studien in der Republik Colombia, I. Berlin 1892 p. 61.
[2]) cf. H. Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. Stuttgart 1887 p. 656.

Häufiger als Verwitterungserscheinungen beobachtet man Corrosion und mechanische Veränderungen der Feldspäthe. Die meisten Krystalle sind zerbrochen, bisweilen liegen die einzelnen Theile noch zusammen, wie in dem Fig. 11 abgebildeten Krystall, in der Regel sind sie aber weit von einander entfernt, so dass im Schliff nur die einzelnen Bruchstücke vorliegen, ohne dass sich die Zusammengehörigkeit mehrerer zu einem Krystall erkennen liesse, ein Beweis dafür, dass im Magma auch noch nach dem Festwerden der Feldspäthe lebhafte Strömungen vorhanden waren. Die Corrosionserscheinungen beschränken sich in der Regel auf Abrundung der Kanten, welche Erscheinung fast alle Feldspäthe zeigen, besonders in ihren inneren Zonen. Bisweilen geht die Abrundung so weit, dass der Krystall im Durchschnitt eine ovale Form erhält, wie dies recht häufig am Kern zonaler Feldspäthe zu beobachten ist.

Nächst dem Feldspath ist Pyroxen der häufigste Einsprengling der Andesite, nur einigen Amphibol-Andesiten fehlt er ganz. In seinem Mengenverhältniss zur Hornblende schwankt er sehr stark. Makroskopisch tritt er in den typischen Pyroxen-Andesiten meist deutlich in nicht sehr grossen, dunkelgrünen Krystallen hervor, in den anderen Andesiten ist er meist nur mikroskopisch zu erkennen. Er tritt sowohl rhombisch als monoklin auf und zwar finden sich wohl stets beide Varietäten neben einander in demselben Gestein, meist ungefähr im Gleichgewicht, eine Theilung der Pyroxen-Andesite in Augit- und Hypersthen-Andesite ist daher völlig undurchführbar. Die Krystalle des monoklinen Augites erreichen in der Regel nicht die Grösse der Feldspäthe und sinken in ihren Dimensionen so weit herab, dass man in einigen Fällen im Zweifel ist, ob man sie noch den Einsprenglingen oder schon der Grundmasse zurechnen soll. Meist tritt der Augit in prismatisch gestreckten Krystallen auf, Querschnitte zeigen häufig $\infty P \bar{\infty}$ (100), $\infty P \breve{\infty}$ (010) und $\infty P$ (110), letztere Fläche gegen die beiden anderen meist zurücktretend; terminal endigen die Säulen fast stets unregelmässig, selten finden sich indessen auch Augit-Krystalle, z. T. ziemlich grosse, in Form rundlicher Körner ohne krystallographische Begrenzung. Nicht selten tritt der Augit auch in Anhäufungen zahlreicher kleiner rundlicher Körner auf, zwischen denen dann meist reichlich Magnetit eingelagert ist. Die Spaltrisse nach $\infty P$ (110) treten bei allen deutlich hervor, auf Schnitten aus der Prismenzone als feine geradlinige Risse, auf Schnitten senkrecht zur Verticalaxe mehr grob und etwas unregelmässig verlaufend.

Die Augite sind zum grossen Theil Zwillinge nach $\infty P \infty$ (100), häufig aus mehreren Lamellen zusammengesetzt. In zwei Pyroxen-Andesiten (der eine aus der Quebrada seca, von der Seitenwand herabgestürzt, der andere ebenfalls vom Pichincha stammend, aber ohne genauere Fundortsangabe, von A. v. Humboldt gesammelt) wurden einige Augite beobachtet, welche durch zwei auf einander senkrechte Linien in vier Felder

getheilt sind, von denen die sich diagonal gegenüber liegenden gleichzeitig, die neben einander liegenden ungefähr symmetrisch zu ihrer Berührungsebene auslöschen (Fig. 12); in manchen Fällen ist die Differenz der Auslöschungsschiefen so gering, dass alle Theile fast gleichzeitig auslöschen, nach Einschaltung eines Gypsblättchens vom Roth I. Ordnung erscheinen aber dann die neben einander liegenden Felder deutlich verschieden gefärbt. Die Erscheinung erklärt sich leicht durch die Annahme, dass diese Augite nach $\infty P \bar{\infty} (100)$ verzwillingt sind und die beiden Individuen sich durchkreuzen, wobei dann für den Zwilling eine zur Verticalaxe senkrechte Ebene als neue Symmetrie-Ebene auftritt. Ein derartig verzwillingter Augit muss auf $\infty P \breve{\infty} (010)$ die Erscheinung zeigen, welche in Fig. 13 schematisch dargestellt ist, in welcher I und II und ebenso Ia und IIa nach $\infty P \bar{\infty} (100)$ verzwillingt sind, während I und II zu Ia und IIa symmetrisch liegen nach einer auf der Verticalaxe senkrechten Ebene. Aus der Figur ergiebt sich auch, das die Elasticitätsaxen in den diagonal gegenüber liegenden Feldern gleich, in den benachbarten zu deren Berührungsebene symmetrisch liegen. Gleichzeitig sieht man, dass für $c : \mathfrak{c} = 45^{\circ}$ die Axe der kleinsten Elasticität jedes Feldes mit der der grössten im benachbarten zusammenfällt, dass mithin alle vier Felder gleichzeitig auslöschen, die Feldertheilung zwischen gekreuzten Nicols nicht hervortreten kann. Schaltet man jedoch ein Gypsblättchen vom Roth I. Ordnung ein und bringt den Augit in eine solche Lage, dass seine Elasticitätsaxen die Winkel der Nicolhauptschnitte halbiren, so fallen in zwei diagonal gegenüber liegenden Feldern des Augites die Axen grösster Elasticität zusammen mit der der kleinsten im Gypsblättchen, in den beiden anderen dagegen die Axen der kleinsten Elasticität; die beiden letzteren Felder erscheinen daher in höherem Farbenton als die ersteren. Es ergeben sich also für einen Durchkreuzungszwilling nach $\infty P \infty (100)$ die Verhältnisse, welche, wie oben angegeben, beobachtet wurden. Beiläufig sei hier darauf hingewiesen, dass Sommerlad aus einem Hornblendebasalt vom Kelberg (Nassau) einen Hornblendezwilling abbildet,[1]) welcher genau dieselbe Durchkreuzung zeigt wie die zuletzt besprochenen Augite. Sommerlad nimmt an,[2]) es liege ein „Zwilling nach einem anderen als dem gewöhnlichen Gesetz vor, dessen Individuen die merkwürdige Erscheinung der Durchkreuzung zeigen", doch dürften die Verhältnisse hier wohl dieselben sein wie sie oben für die Augite dargelegt wurden, d. h. der Hornblendekrystall ist nach dem gewöhnlichen Gesetz (Zwillingsebene $\infty P \infty (100)$) verzwillingt und die beiden Individuen durchkreuzen sich.

Die Augite besitzen im Dünnschliff eine hell-grünliche Farbe mit schwachem

[1]) H. Sommerlad: Ueber Hornblende führende Basaltgesteine. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Beilage-Band II 1883 Tafel III Fig. 2.

[2]) H. Sommerlad: l. c. p. 150.

Pleochroismus zwischen hellgrün und rosa. Selten besitzt der Augit Zonarstructur, die meist nur zwischen gekreuzten Nicols hervortritt. Die Verhältnisse sind hier analog denen des Feldspathes, aber sehr viel undentlicher. Doch lassen einige Augite mit Sicherheit erkennen, dass bei ihnen ebenso wie bei den Feldspäthen die Auslöschungsschiefe sich innerhalb einer Zone vom einen Rande zum anderen continuirlich ändert, eine Zone ist also hier auch nichts Homogenes, sondern setzt sich aus einer grossen Zahl von Schichten zusammen, deren chemische Constitution sich von innen nach aussen continuirlich ändert. So zeigten z. B. bei einem Augit mit „unregelmässig wiederholter" Zonenbildung zwei Zonen an ihrem inneren Rande eine Auslöschungsschiefe von 27°, dieselbe nahm dann continuirlich zu und stieg am äusseren Zonenrande auf 32°. Darauf folgt noch eine dritte nur in ihrem Anfange entwickelte Zone, welche wieder mit einer Auslöschungsschiefe von 27° beginnt. Die in diesem und anderen Beispielen scheinbar ausgesprochene Regel, dass die Auslöschungsschiefe von innen nach aussen zunimmt, wurde indessen nicht immer bestätigt gefunden, es finden sich, wenn auch seltener, Augite mit dem entgegengesetzten Verhalten.

An Einschlüssen ist der Augit reicher als der Feldspath. Hier ist in erster Linie Magnetit zu nennen, der nur wenigen Augiten ganz fehlt. In der Regel wird er in einigen mittelgrossen Körnern umschlossen; bei einem in Fig. 14 abgebildeten Augit führen von zwei eingeschlossenen Magnetiten Kanäle nach aussen, der Krystall hat sich beim Weiterwachsen über den Einschlüssen nicht wieder geschlossen. Es liegt hier also ein späteres Stadium derselben Erscheinung vor, deren Anfang Fig. 10 an einem Feldspath zeigt. Sehr häufig liegen den Augiten grosse Magnetite seitlich an, halb von den Augit-Krystallen umschlossen, halb aus diesen frei hervorragend. Die übrigen Einschlüsse treten gegen Magnetit stark zurück, es findet sich farbloses Glas, meist mit Luftblase, Apatitsäulchen, nur sehr selten braunes Glas und Anhäufungen von kleinen schwarzen Körnchen, welche in ihrem Aussehen mit der um Hornblende so häufig auftretenden opacitischen Substanz grosse Aehnlichkeit haben. Nur selten sind die Einschlüsse zonar angeordnet.

Neben monoklinem Augit enthalten wohl alle Andesite, soweit sie überhaupt Pyroxen führen, Hypersthen in sehr verschiedener Menge. Seine Krystalle sind fast stets in der Prismenzone idiomorph ausgebildet und hier von den Flächen $\infty P \bar{\infty}$ (100), $\infty P \breve{\infty}$ (010) und $\infty P$ (110) begrenzt, terminal sind sie ebenfalls häufig von Krystallflächen, Domen oder Pyramiden begrenzt, nur selten endigen sie unregelmässig. An Grösse stehen sie den monoklinen Augiten gleich, häufig übertreffen sie diese auch. Die prismatische Spaltbarkeit tritt beim Hypersthen ebenfalls deutlich hervor, ausserdem

zeigen die längeren Säulen häufig grobe Absonderungsflächen senkrecht zur Längserstreckung in geringer Anzahl, meist 3—4.

Die Farbe der rhombischen Pyroxene ist dieselbe wie die der monoklinen, doch ist der Pleochroismns bei ersteren bedentend stärker: Die Säulen erscheinen hellgrün, wenn das Licht parallel ihrer Längsrichtung schwingt, senkrecht dazn rosa. Häufig verräth der Pleochroismus zonalen Aufban, indem ein nach aussen scharf absetzender Kern bedentend intensivere Farbe und daher auch stärkeren Pleochroismus zeigt als der Rand. Betreffs der Einschlüsse gilt das beim monoklinen Pyroxen Angegebene auch vom rhombischen.

Verwitterungserscheinungen zeigen die Hypersthene nur wenig, bisweilen beobachtet man an ihnen beginnende Serpentinisirung. Alsdann erscheinen die Krystalle von einer schmalen gelbgrünen Serpentinzone umrandet und von den Quersprüngen aus dringen zahlreiche Serpentinfasern auf nur kurze Erstreckung in den Krystall ein, so dass dieser von mehreren schmalen gelbgrünen Streifen durchzogen wird. Nur vereinzelt ist dieser Prozess so weit vorgeschritten, dass die Hauptmasse des Hypersthens zu Serpentin geworden ist, in welchem dann einige noch erhaltene Pyroxen-Kerne liegen.

Eine auffallende Veränderung zeigen die Hypersthene der durch Verwitterung roth gewordenen Gesteine. Sie sind von einem oft sehr breiten Mantel von rothbraunen Erzkörnern, wohl Eisenoxyd, eingehüllt, auf Sprüngen hat sich auch etwas Eisenoxyd abgesetzt und die Farbe ist eine etwas andere geworden. Der Eisenoxydrand erscheint u. d. M. im durchfallenden Licht, wenn er sehr stark entwickelt ist, schwarz und könnte leicht für einen Opacitrand gehalten werden; man unterscheidet ihn leicht von diesem, wenn man das auf den Spiegel des Mikroskopes fallende Licht abblendet und den Schliff im auffallenden Licht betrachtet, alsdann erscheint der Pyroxenrand deutlich roth. Auch monokline Augite zeigen diese Umrandung, jedoch in viel geringerem Grade, dies tritt sehr deutlich hervor, wenn beide Mineralien mit einander verwachsen sind, der Hypersthen ist dann von einem breiten rothen Rande umgeben, welcher an der Grenze beider Mineralien fast vollständig aufhört (Fig. 15). Der Pleochroismus der Pyroxene mit Eisenoxydrand ist stärker als bei den frischen, besonders ist die rothe Färbung eine viel intensivere geworden, am auffallendsten an den Quersprüngen, auf denen Eisenoxyd abgesetzt ist, während hier die Polarisationstöne niedriger geworden sind.

Nicht gerade selten beobachtet man Verwachsungen von Augit und Hypersthen. Die Erscheinung in Schnitten aus der Prismenzone ist fast stets die, dass sich an einen Hypersthen beiderseits eine schmale Augitlamelle anlegt. Schnitte senkrecht zur Verticalaxe zeigen, dass der Augit den Hypersthen nicht mantelförmig umgiebt, sondern dass sich an die beiden seitlichen Pinakoide des Hypersthens (die optische Axenebene als

seitliches Pinakoid genommen) je eine Augitlamelle ansetzt. Beide Mineralien haben dabei die Verticalaxe gemeinsam, die Ebenen ihrer optischen Axen und somit ihre seitlichen Pinakoide stehen senkrecht auf einander (Fig. 16). Daraus ergiebt sich auch, dass beide Pyroxene gleichzeitig auslöschen, in der Dunkelstellung erscheint daher der ganze Schnitt homogen. Bringt man jedoch den Schnitt aus seiner Dunkelstellung, so heben sich die beiden Lamellen des monoklinen Augites durch ihre lebhaften Polarisationstöne deutlich von dem zwischen ihnen liegenden, nur sehr wenig gefärbt erscheinenden Hypersthen ab. Auf Schnitten aus der Prismenzone sollten bei paralleler Verwachsung beider Pyroxenarten die beiden Lamellen des monoklinen gleichzeitig auslöschen, doch ist dies nicht immer der Fall. Zunächst finden sich einige Fälle, in denen die Auslöschungsschiefen beider Lamellen eine geringe Differenz aufweisen, bis zu 10°; dann dürfte die Verwachsung beider Mineralien keine gesetzmässige sein. In anderen Fällen besteht aber die obige Regel vollkommen zu Recht, obgleich beide Augitlamellen ebenfalls nicht gleichzeitig auslöschen, dann befinden sie sich zu einander in Zwillingsstellung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) und löschen symmetrisch zu ihrer Verwachsungsebene mit dem Hypersthen aus. Auch die Erscheinung wurde beobachtet, dass die beiden Augite einen Durchkreuzungszwilling nach $\infty P \infty$ (100) bilden, dann ist jede der beiden Augitlamellen in zwei Hälften getheilt und es löschen die sich diagonal gegenüber liegenden gleichzeitig aus (Fig. 17). Seltener sind beide Mineralien nicht an einander, sondern durch einander gewachsen, so dass ein Bild entsteht, welches lebhaft an Schriftgranit erinnert.

In der besprochenen natürlichen Parallelstellung beider Mineralien liegt ein Hinweis darauf, dass von den beiden für rhombische Pyroxene vorgeschlagenen Aufstellungen diejenige den natürlichen Verhältnissen entspricht, bei welcher der spitze Prismenwinkel vorn liegt. Bei der allgemein gebräuchlichen (und deshalb auch oben angewandten) Aufstellung ist die Regel beobachtet, dass bei rhombischen Krystallen die Axe *a* kürzer sein soll als die *b*-Axe, dann liegt natürlich vorn der stumpfe Prismenwinkel. Bei dieser Aufstellung tritt aber bekanntlich der Isomorphismus zwischen rhombischen und monoklinen Pyroxenen wenig hervor, da bei letzteren der vordere Prismenwinkel spitz ist, und dann zeigt auch die oben beschriebene Verwachsung, dass bei paralleler Stellung beider Mineralien ihre spitzen sowie stumpfen Prismenwinkel gleich liegen und dass die als $\infty P \breve{\infty}$ (010) angenommene Fläche des rhombischen Pyroxens mit $\infty P \bar{\infty}$ (100) des monoklinen zusammenfällt. Die Gleichwerthigkeit dieser beiden Flächen tritt auch sonst bei Verwachsungen hervor. So fallen sie bei der Verwachsung von Diallag mit Enstatit zusammen[1]), und wenn Amphibol mit Pyroxen regelmässig

[1]) A. Michel Lévy et A. Lacroix: Les minéraux des roches. Paris 1888 p. 260.

verwachsen ist, so fällt $\infty P \bar{\infty} (100)$ des ersteren mit derselben Fläche des Pyroxens zusammen, wenn dieser monoklin, dagegen mit $\infty P \breve{\infty} (010)$, wenn er rhombisch ist;[1]) auch sind diese beiden Flächen die der vollkommeneren pinakoidalen Spaltbarkeit. Es erscheint daher durch die natürlichen Verhältnisse geboten, bei der Aufstellung rhombischer Pyroxene die gewöhnlich als $\infty P \breve{\infty} (010)$ angenommene Fläche (welche mit der Ebene der optischen Axen zusammenfällt) zum vorderen Pinakoid zu machen, wodurch der spitze Prismenwinkel nach vorn kommt, also $a > b$ wird. Es bedingt dies ein Verlassen der Bezeichnungen Brachy- und Makrodiagonale im rhombischen resp. triklinen Systeme.[2])

Amphibol kommt seiner Verbreitung nach dem Pyroxen gleich, er fehlt nur wenigen Pyroxen-Andesiten ganz und steht in den Amphibol-Pyroxen-Andesiten seiner Menge nach ungefähr im umgekehrten Verhältniss zum Pyroxen. Er tritt makroskopisch in den meisten Andesiten deutlich hervor in Säulen, die in der Regel nur wenige Millimeter lang sind, in einigen Fällen jedoch 1,5—2 cm Länge erreichen. Seine Farbe ist makroskopisch schwarz-glänzend, wenn er frisch ist, häufig erscheint er matt-schwarz, ein Kennzeichen dafür, dass die Krystalle ganz mit Opacitsubstanz überzogen sind. In den verwitterten rothen Andesiten ist der Amphibol rothbraun.

Seine Krystalle kommen n. d. M. mehrfach an Grösse den Feldspäthen gleich, in der Regel stehen sie zwischen diesen und den Pyroxenen, sinken aber in einigen Fällen auch zu sehr kleinen Dimensionen herab. Sie sind prismatisch gestreckt und ursprünglich wohl alle in der Prismenzone idiomorph, wenn auch die Flächen durch spätere Veränderungen häufig undeutlich geworden sind. Ganz allgemein finden sich $\infty P (110)$ und $\infty P \breve{\infty} (010)$, nur sehr selten $\infty P \bar{\infty} (100)$, terminal endigen die Säulen in der Regel unregelmässig, bisweilen sind sie auch von Pyramidenflächen begrenzt. Ganze Krystalle sind nicht häufig, meist sind die Säulen in mehrere Stücke zerbrochen, welche nur selten noch zusammenliegen. Soweit die Hornblende frisch, zeigt sie deutliche Spaltrisse nach $\infty P (110)$. Viele sind nach $\infty P \bar{\infty} (100)$ verzwillingt, häufig in der Art, dass einem Krystall eine schmale Zwillingslamelle eingeschaltet ist.

Nach Farbe und Pleochroismus, welch letzterer stets ziemlich kräftig ist, kann man die in den vorliegenden Andesiten vorkommenden Amphibole in zwei Varietäten scheiden, in grüne und rothbraune. Der Pleochroismus beider ist der folgende: bei den grünen: $\mathfrak{a}$ = hellgelb bis grüngelb, $\mathfrak{b}$ = grün, $\mathfrak{c}$ = grünbraun bis gelbbraun; bei den

---

[1]) H. Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. Stuttgart 1885 p. 398.

[2]) Vergl. C. Klein: N. Jahrb. f. Mineralogie 1880, I p. 281 sowie die darauf bezüglichen Bemerkungen von A. Hamberg: Geol. fören. i. Stockh. förhandl. XIII 1891 p. 537.

rothbraunen: $\mathfrak{a}$ = weingelb, $\mathfrak{b} = \mathfrak{c}$ = rothbraun. Beide Varietäten unterscheiden sich ausser durch ihre Farbe auch durch die Grösse ihrer Auslöschungsschiefe; diese ist bei der grünen Hornblende die der gemeinen, ca. 15° auf $\infty P \grave{\infty}$ (010) gegen die Spaltrisse, während die rothe Varietät fast orientirt auslöscht. Aus den Versuchen von Belowsky,[1]) welcher grüne Hornblende vom Cotacachi in Ecuador, dessen Gesteine den vorliegenden sehr ähnlich sind, durch Glühen bei Luftzutritt in die rothe Modification überführte, lässt sich der Schluss ziehen, dass in den vorliegenden Gesteinen ebenfalls die eine Varietät aus der anderen entstanden ist, zumal da sich die rothe Hornblende fast ausschliesslich in den durch Verwitterung roth gewordenen Gesteinen findet. Darauf weist auch der Umstand, dass man nicht selten Hornblenden begegnet, welche ihrer Farbe nach eine Zwischenstufe einnehmen, sowie grüne mit mehr oder weniger grossen, unregelmässig begrenzten rothen Parthien, in denen dann auch die Auslöschungsschiefe bisweilen deutlich geringer ist als in dem grünen Theile. Es macht den Eindruck, als wäre bei diesen Hornblenden der Umwandlungsprozess nicht bis zu Ende fortgeschritten.

Einige Hornblenden zeigen Zonarstructur, die sich aber fast stets auf eine Differenzirung in Kern und Rand beschränkt und zwar ist ersterer dunkler gefärbt und hat etwas geringere Auslöschungsschiefe als der Rand. Manche Hornblenden sind an Einschlüssen reich. Als am verbreitetsten unter diesen ist zu nennen Magnetit, recht häufig finden sich auch kleine, aber zum grössten Theil idiomorphe Feldspäthe. Seltener sind Augit, Apatit und farbloses Glas.

Eigentliche Verwitterungen fehlen der Hornblende so gut wie ganz, in wenigen Fällen ist sie chloritisirt, in wenigen anderen etwas serpentinisirt; in einem Andesit beobachtet man die auffallende Veränderung der Hornblende, dass diese vollständig durch ein Aggregat von Calcitkrystallen ersetzt ist. In weitaus den meisten Gesteinen indessen ist die Hornblende vollkommen frisch, dagegen ist die Umrandung durch Augit und Magnetit sowie durch opacitische Körnchen allgemein verbreitet und kaum eine Hornblende dürfte ohne einen dieser beiden Ränder anzutreffen sein, abgesehen von einer gleich zu besprechenden Ausnahme. Ausser diesen beiden Arten der Umrandung findet sich noch eine dritte, welche vollständig dem Opacitrand gleicht, nur sind die Körnchen bei ihr rostfarben. Dieser Rand gleicht vollkommen dem oben beim Pyroxen beschriebenen, findet sich auch wie dieser in den rothen Gesteinen und dürfte wohl ebenfalls ein Verwitterungsproduct sein.

Es wurde bereits erwähnt, dass auch Hornblenden ohne Opacit- und Magnetit-Augit-Rand vorkommen und zwar finden sich diese in Gesteinen mit glasiger Grund-

[1]) M. Belowsky: Ueber die Aenderungen, welche die optischen Verhältnisse der gemeinen Hornblende beim Glühen erfahren. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1891 I p. 291.

masse, vor allem also in den Bimssteinen. Diese Beobachtung steht in Einklang mit dem Ausspruch Rosenbuschs,[1]) dass der Magnetit-Augit-Rand um Biotit und Hornblende an eine krystalline Grundmasse gebunden sei, ein Satz, den später Lagorio[2]) bestritt. In den mir vorliegenden Gesteinen konnte ich die von Rosenbusch aufgestellte Regel indessen durchaus bestätigt finden, eine besondere Stütze findet sich noch in einigen scheinbaren Ausnahmen. In den meisten Gesteinen mit glasiger Grundmasse kommen nämlich, bei manchen sogar in recht beträchtlicher Menge, Hornblenden mit Augit-Magnetit-Rand vor, diese sind dann aber von Entglasungsprodukten umgeben, bisweilen ist auch in ihrer Umgebung die Grundmasse schon mehr oder weniger krystallin entwickelt. Wie sehr die Umrandung an eine krystalline oder wenigstens nicht rein glasige Ausbildung der Grundmasse gebunden ist, zeigen die Hornblenden, welche zum Theil von reinem Glas, zum Theil von Entglasungsprodukten umgeben sind. Bei ihnen reicht nämlich die Umrandung gerade so weit wie die Entglasungsprodukte und setzt mit diesen zugleich ab. Ein recht deutliches Beispiel hierfür zeigt Fig. 18. Eine ähnliche Beobachtung machte kürzlich Küch[3]) an colombianischen Andesiten und Daciten. Für die mir vorliegenden Gesteine kann ich daher die Richtigkeit der von Rosenbusch aufgestellten Regel bestätigen.

Gegen die drei bisher besprochenen Gemengtheile der Andesite treten die übrigen sehr zurück. Glimmer findet sich nur in wenigen und auch in diesen meist in geringer Menge, nur ein Gestein (ein Geröll aus dem Rio del Volcan) führt ihn so reichlich, um es von den übrigen als Glimmer-Andesit loszutrennen. Makroskopisch erscheint er in kleinen, schwarz-glänzenden, meist deutlich sechsseitigen Blättchen, die aber nur spärlich im Gestein vertheilt sind. U. d. M. sind seine Formen in der Regel unregelmässig, die Spaltrisse nach 0 P (001) treten deutlich hervor. Der Pleochroismus ist stark und der gewöhnliche des Biotites. Bisweilen wird der Glimmer von Hornblende umschlossen oder liegt dieser seitlich an. An Einschlüssen ist er arm, manche Biotite führen einige Magnetitkörner, andere sind ganz frei von Einschlüssen. In einigen Gesteinen hat der Glimmer einen deutlich entwickelten Magnetit-Augit-Rand.

Olivin kommt in mehreren Pyroxen- und Amphibol-Pyroxen-Andesiten vor, fehlt dagegen den Amphibol-Andesiten; stets tritt er in nur wenigen, in der Regel kleinen Krystallen auf, nur selten erreichen sie die Grösse der neben ihnen im selben Gestein vorhandenen Pyroxene. Deutliche Krystallflächen zeigt er in der Regel nicht, doch

[1]) H. Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. Stuttgart 1885 p. 484.

[2]) A. Lagorio: Ueber die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma. Mineralogische und petrographische Mittheilungen ges. von G. Tschermak. Bd. VIII. 1887 p. 462.

[3]) R. Küch in: Reiss und Stübel, Geologische Studien in der Republik Colombia, I. Berlin 1892 p. 45 u. 55.

weist seine Form meist auf eine ursprüngliche Begrenzung durch $2 P \breve{\infty} (021)$ und $\infty P \breve{\infty}$ (010) hin. Spaltrisse nach $\infty P \breve{\infty} (010)$ sind meist als feine Risse zu erkennen, deutlicher treten grobe Sprünge ungefähr parallel $0 P (001)$ hervor. In der Regel ist der Olivin farblos, in einigen Gesteinen erscheint er gelbbraun. Von Einschlüssen ist er meist frei, höchstens umschliesst er einige Magnetite oder etwas Eisenglanz. Verwitterung zu Serpentin zeigen nur wenige Olivine, häufiger sind sie von Brauneisen umrandet, das auch auf den groben Sprüngen reichlich abgesetzt ist.

Quarz ist nur in einigen wenigen Andesiten vorhanden, den Pyroxen-Andesiten fehlt er ganz. Er bildet meist kleine Dihexaëder mit abgerundeten Kanten, selten vollständig abgerundete Körner. An Einschlüssen ist er arm, bisweilen führt er einige Glaseinschlüsse in Dihexaëderform mit Luftblase, die beiden Auslöschungsrichtungen des Quarzes fallen dann zusammen mit den Diagonalen der Einschlüsse. Die bei den Porphyrquarzen gewöhnlichen Einbuchtungen sind hier nur selten zu treffen, dagegen sind die Quarze der vorliegenden Andesite häufig zerbrochen.

Apatit ist als Einschluss in Feldspath wohl in allen Andesiten vertreten, ausserdem findet er sich in einigen noch in geringer Menge als selbständiger Einsprengling. Als solcher bildet er kurze, breite Säulen, die meist vollkommen idiomorph und von $\infty P (10\bar{1}0)$, $P (10\bar{1}1)$ und $0 P (0001)$ begrenzt sind, bisweilen mit abgerundeten Kanten. Allgemein zeigt er feine Spaltrisse nach $\infty P (10\bar{1}0)$ und gröbere nach $0 P$ (0001), welch letztere die Krystalle nur selten in ihrer ganzen Breite durchsetzen. In den meisten Fällen ist der Apatit durch braune Interpositionen, die von den Spaltrissen nach $0 P (0001)$ aus in den Krystall eindringen, gefärbt und besitzt die für ihn charakteristische Absorption $E > O$. In einigen Hornblende-Andesiten ist der Apatit roth gefärbt und zeigt deutlichen Pleochroismus: $E$ = rothbraun, $O$ = fleischfarben.

Alle Andesite enthalten reichlich Magnetit. Der grösste Theil desselben wird von Pyroxen, weniger von Feldspath, Amphibol, Glimmer und Olivin umschlossen. Ausserdem führen alle Andesite in wechselnder Menge grössere, selbständige Einsprenglinge von Magnetit, meist unregelmässig begrenzt, nur sehr selten mit Krystallflächen. In Gesteinen mit glasiger Grundmasse beobachtet man sehr häufig, dass um die Magnetite im Glase concentrische Sprünge auftreten, auf welchen nicht selten Brauneisen oder Eisenglanz abgesetzt ist; diese beiden Mineralien umranden überhaupt häufig die Magnetite.

Eisenglanz endlich findet sich in zahlreichen Andesiten, aber stets in geringer Menge und meist in anderen Mineralien eingelagert; am häufigsten ist er im Olivin anzutreffen, bisweilen tritt er auf den Sprüngen der Feldspäthe in kleinen unregelmässig begrenzten, röthlich durchsichtigen Blättchen auf, auch die groben Querrisse

der Pyroxene sind in manchen Fällen von ihnen erfüllt, vereinzelt findet er sich wohl auch in Amphibol. Immer tritt er aber in geringer Menge auf.

Die Grundmasse der Andesite zeigt eine zwiefache Ausbildung, in der Regel ist sie als glasgetränkter Mikrolithenfilz entwickelt, in selteneren Fällen rein glasig. An der Bildung der ersteren betheiligt sich in erster Linie Feldspath, der fast stets die übrigen Mineralien an Menge bedeutend übertrifft. Er erscheint in schmalen, nach der Axe der grössten optischen Elasticität gestreckten Leistchen, welche nur selten verzwillingt sind, die Auslöschungsschiefe ist sehr gering. Neben Feldspath ist Augit sehr stark an der Bildung der Grundmasse betheiligt. In einigen Fällen kommt er an Menge jenem gleich, überwiegt ihn wohl auch ausnahmsweise, im Allgemeinen steht er ihm jedoch nach. Er kommt bisweilen auch in der Grundmasse solcher Gesteine vor, unter deren Einsprenglingen er sich nicht findet, in der Regel fehlt er jedoch dann auch in der Grundmasse; daher haben manche Amphibol-Andesite eine pyroxenfreie Grundmasse. Er bildet prismatisch gestreckte Krystalle, welche stets kleiner sind als die des Feldspathes. Apatit ist nur selten in der Grundmasse vorhanden und dann auch nur in geringer Menge. Wichtiger ist Magnetit, der in jeder als glasgetränkter Mikrolithenfilz entwickelten Grundmasse in zahlreichen kleinen runden Körnchen auftritt. Die Basis ist an und für sich farblos, häufig aber durch reichliche Interpositionen mehr oder weniger getrübt.

Das Aussehen der Grundmasse, das makroskopische wie mikroskopische, und damit zum grossen Theil das des ganzen Gesteins ist vor allem abhängig von dem relativen Mengenverhältniss der Krystalle und der Basis, von der Menge und Art der Interpositionen in letzterer und endlich von ihrem Erhaltungszustand. Was den ersten Punkt betrifft, so tritt in der Regel die Basis gegen die in ihr ausgeschiedenen Krystalle zurück, es tritt jedoch ausnahmsweise auch der entgegengesetzte Fall ein und die Krystalle sinken in ihrer Zahl so herab, dass Uebergänge zu glasiger Grundmasse mit einigen ausgeschiedenen Krystallen entstehen. Treten die Krystalle gegen die Basis zurück, so nimmt das Gestein ein glänzendes, etwas glasiges Aussehen an. Ueber die Natur der staubförmigen Interpositionen lässt sich Bestimmtes nicht aussagen, vielleicht bestehen sie aus sehr kleinen Magnetitkörnchen. Hierfür könnte sprechen, dass bisweilen die Basis sehr zahlreiche sicher erkennbare Magnetite enthält, durch welche bei schwacher Vergrösserung dasselbe Bild entsteht wie durch die unbestimmbaren Interpositionen bei starker Vergrösserung. In der Anordnung der krystallinen Bestandtheile der Grundmasse, besonders der Feldspäthe, zeigt sich bisweilen deutliche Fluidalstructur.

Wichtiger noch für den Habitus der Gesteine ist der Erhaltungszustand der Grundmasse und die Art ihrer Veränderung. Ist die Grundmasse frisch, so erscheint

sie makroskopisch im Allgemeinen grau-blau oder grau. Von den durch Verwitterung der Grundmasse bedingten Erscheinungen sind zwei besonders häufig, Roth- und Grünfärbung des Gesteins. Die erstere wird hervorgerufen durch reichliche Ausscheidung von Eisenoxyd, welches in der Grundmasse hauptsächlich den Augitmikrolithen in kleinen Körnchen anliegt, so dass sie häufig vollständig davon überzogen sind. Ausserdem ist das Eisenoxyd in der Basis in zahlreichen Körnchen vorhanden, die sich bisweilen zu dendritischen Gebilden vereinigen. Die zweite häufige Verwitterungserscheinung der Grundmasse ist die Serpentinisirung. Bei ihr liegen in der Grundmasse zahlreiche kleine Serpentinschuppen, durch welche das ganze Gestein makroskopisch eine gelb-grüne Farbe erhält.

Eine Mittelstufe zwischen den Gesteinen mit theilweise krystalliner und denen mit rein glasiger Grundmasse nehmen die Entaxite ein. Diese bestehen makroskopisch aus abwechselnden verschieden gefärbten Schichten; im frischen Gestein sind diese in der Regel hell- und dunkelgrau, häufiger sind jedoch die Entaxite verwittert und dann wechseln grau-blaue mit rothen Streifen. Die Erscheinung beruht darauf, dass die einen Schichten mehr oder weniger rein glasige Grundmasse besitzen, während diese in den anderen als glasgetränkter Mikrolithenfilz entwickelt ist. Bei der Verwitterung scheidet sich in letzteren Schichten Eisenoxyd aus, sie erscheinen daher roth, während die anderen der Verwitterung widerstehen.

Glasige Grundmasse besitzen vor allem die Bimssteine, doch sind in der vorliegenden Sammlung auch einige kompakte Gesteine mit rein glasiger Grundmasse enthalten. Fast stets ist das Glas farblos, in wenigen Fällen braun. Häufig begegnet man in ihm Entglasungsprodukten, die sich immer an die Einsprenglinge ansetzen, zunächst an deren Kanten, bei reichlicherem Vorhandensein umhüllen sie aber auch die ganzen Krystalle, besonders häufig die Magnetite. Die Entglasungsprodukte bestehen aus Fasern, die auf den Flächen der ihnen als Ansatzpunkte dienenden Krystalle ungefähr senkrecht stehen, an deren Ecken daher sphärolithische Aggregate bilden. Meist folgen mehrere etwas verschieden ausgebildete Zonen auf einander. Zunächst an dem Krystall sind die Fasern grau, undurchsichtig, polarisiren sehr schwach und sind in der Regel optisch positiv. Auf diese innere Zone folgt dann eine äussere, ebenfalls aus Fasern gebildete, diese sind aber hier heller, polarisiren lebhafter und sind häufig optisch negativ. Schliesslich ist das ganze Entglasungsproduct häufig von einem Eisenoxydkranze umgeben. Von diesem Schema finden sich zuweilen Abweichungen, so kann die äussere hellere Zone ganz fehlen, auch sind manchmal die Fasern der inneren Zone schon optisch negativ. Bei sehr starker Vergrösserung kann man bei manchen dieser Entglasungsprodukte erkennen, dass sich die Fasern der inneren Zone aus reihenförmig

an einander gereihten Globuliten aufbauen. Es sei erwähnt, dass diese Entglasungsprodukte nur bei Amphibol-Pyroxen-Andesiten gefunden wurden.

Auch abgesehen von diesen Entglasungsprodukten ist das Glas der Grundmasse nicht immer ganz rein. Häufig sind in ihm einige Krystalle ausgeschieden, durch deren Zunahme Uebergänge zu glasgetränktem Mikrolithenfilz entstehen, auch kommen Trichite und kleine, nicht näher bestimmbare, staubförmige Interpositionen vor. Alle diese Einlagerungen sind häufig fluidal angeordnet, bisweilen in ausgezeichneter Weise, besonders in den Bimssteinen. In einem von Humboldt am Pichincha (in 2378 Toisen Höhe) gesammelten Pyroxen-Andesit enthält das die Grundmasse bildende braune Glas zahlreiche Feldspathleistchen. Diese sind skelettförmig ausgebildet; sie besitzen an beiden Enden Einsenkungen, welche von Ebenen begrenzt sind, so dass ein solcher Feldspath im Längsschnitt wie ein H mit sehr breitem Querbalken erscheint. Die breiteren von ihnen sind Albitzwillinge mit geringer Auslöschungsschiefe beider Individuen.

Zum Schluss der allgemeinen Beschreibung der Andesite sei noch erwähnt, dass ein Handstück eines Amphibol-Andesites von la Pila (Caldera del Pululagua) eine ausgezeichnete Rutschfläche besitzt. Das Gestein selbst ist weisslich-grau und zeigt makroskopisch Feldspäthe sowie Hornblenden, die sich n. d. M. als fast vollständig opacitisirt erweisen. Die eine Fläche des Handstückes erscheint nun vollkommen schwarz und so glatt, dass sie stellenweise vollkommen spiegelt. Diese Rutschfläche besteht, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, aus der opacitischen Substanz, in welche die Hornblende umgewandelt ist. Sie bildet eine dünne Schicht, unter welcher das Gestein bis auf einige Entfernung vollständig zertrümmert ist.

Wie schon oben angegeben, weisen die verschiedenen Andesitvarietäten weder structurell noch in der Beschaffenheit ihrer Mineralien Unterschiede auf. Betreffs ihrer geographischen Vertheilung sei auf die Zusammenstellung am Schluss der Arbeit verwiesen, im Folgenden sollen zunächst die wichtigsten Andesit-Vorkommen kurz charakterisirt werden.

### a. Pyroxen-Andesit.

#### 1. Pululagua.

Ein Gestein „am Abhang gegen S. Antonio am südöstlichsten Gipfel der Umwallung“ sowie eine „Lava an den Ventanillas del Pululagua, 2845 m“ besitzen beide compacte hellgraue Grundmasse, in welcher ziemlich zahlreiche grosse Feldspäthe und sehr reichlich kleine Pyroxene liegen. Das letztgenannte Gestein zeigt n. d. M. ausserdem noch einen geringen Gehalt von rother Hornblende und Olivin.

Zwei andere Laven, die eine „etwas tiefer als $^1/_3$ des Abstieges von Tanlagua nach dem Puente de Perucho anstehend, ca. 2200 m", die andere, „nahe oberhalb der Brücke von Perucho, linkes Guaillabamba-Ufer (Brücke = 1565 m)", zeigen ebenfalls ein sehr ähnliches Aussehen. Sie sind hell grau-grün und lassen wenige kleine Feldspäthe erkennen.

Mehrere Blöcke „von der grossen Lavamasse im oberen Theil der S.-Umwallung, im Derumbo herabgestürzt; S.-Umwallung zwischen Hacienda und Ventanillas" haben sehr verschiedenes Aussehen. Einige von ihnen gleichen vollständig dem Gestein vom südöstlichsten Gipfel der Umwallung. Andere besitzen dunkelgraue, fast schwarze Grundmasse und lassen als Einsprenglinge reichlich mittelgrosse Feldspäthe und kleine Pyroxene erkennen. Besonders auffallend sind einige Blöcke mit vollkommen schwarzer Grundmasse und etwas schlackiger Ausbildung. Zahlreiche mittelgrosse Feldspäthe sind mit blossem Auge deutlich erkennbar, weniger gut kleine Pyroxene. Die Grundmasse erweist sich u. d. M. als poröses dunkelbraunes Glas. Auch durch Verwitterung roth gewordene Blöcke finden sich in diesem Derumbo.

„Block aus dem Derumbo „Volcan de la Rinconada", O.-Umwallung". Das Gestein sieht makroskopisch dem schwarzen aus dem vorher genannten Derumbo sehr ähnlich, die Grundmasse besteht ebenfalls aus braunem Glas, das aber ganz erfüllt ist von Feldspathleistchen.

Eigenthümlich in seinem Aussehen ist ein „Block am Puente de Perucho, Rio Guaillabamba, zwischen Pululagua und Mojanda; Abstammung unbekannt". Es ist ein compactes, etwas fettglänzendes, schwarzes Gestein, in dem ziemlich zahlreiche Feldspäthe in sehr schmalen langen Leisten sichtbar sind. Ausserdem enthält das Gestein mehrere grosse Kalkspathmandeln. Bei starker Vergrösserung erkennt man, dass die Grundmasse aus zahlreichen Feldspathleistchen und reichlicher, durch braune Körnchen dunkler Basis besteht. Augiteinsprenglinge sind nur sehr wenig vorhanden.

## 2. Calacalí-Berge.

„Geröll im Rio Chitahuaico, welcher vom Sattel zwischen dem Pichincha und den Calacalibergen nach Cotocollao herabzieht". Graublanes, mattglänzendes Gestein, die Feldspäthe sind in ihm kaum sichtbar, deutlicher einige Pyroxene. Sehr vereinzelt findet sich auch Hornblende.

„Blöcke von Condorcocha, Gipfel der Calacaliberge, 3681 m". Sie bestehen aus einem etwas bröckeligen, rothen Gestein, welches makroskopisch reichlich Feldspath, weniger mit Eisenoxyd überzogene Pyroxene zeigt.

Das „Gestein am Portachuelo de Calacali, 3300 m“, ist blaugrau und ziemlich compact mit mittelgrossen Feldspäthen und wenig Pyroxen. U. d. M. erkennt man ausserdem noch ziemlich reichlich Olivin, er ist theils farblos, theils gelbbraun, in letzterem Falle schwach pleochroitisch.

### 3. Rucu-Pichincha.

Vom eigentlichen Rucu-Pichincha stammen zunächst mehrere „Blöcke in S. Diegocuchu, vom Rucupichincha, 4737 m, herabgestürzt“. Es sind fast hornblendefreie Pyroxen-Andesite von verschiedenartigem Aussehen. Der eine besteht aus reichlicher dunkelgrauer, fettglänzender Grundmasse, in welcher zahlreiche kleine Feldspäthe sowie, an Zahl geringer, grössere Augitkörner makroskopisch deutlich hervortreten. Von diesem Gestein kommt auch eine schlackige Ausbildung vor. Daneben finden sich Blöcke von schmutzig grau-grünem, fast dichtem Gestein, in welchem man nur wenige kleine Feldspäthe erkennt. Mikroskropisch erscheinen die verschiedenen Varietäten mehr gleichartig. Die Grundmasse besteht aus einer Basis, die durch kleine Interpositionen bräunlich gefärbt ist und in der zahlreiche Feldspathleistchen, weniger Pyroxen und Magnetit liegen. Die Einsprenglinge heben sich von der Grundmasse deutlich ab, sie bestehen aus mittelgrossen Feldspäthen und verhältnissmässig grossen Pyroxenen; vereinzelt finden sich vollständig opacitisirte Hornblenden. Die grau-grüne Farbe mancher Blöcke rührt von zahlreichen kleinen Serpentinschuppen in der Grundmasse her.

Wohl ebenfalls vom Rucu-Pichincha herabgestürzt sind „Blöcke aus dem Schlackenagglomerat am S.O.-Fuss des Rucu-Pichincha, Verdecuchu, 3910 m“. Die meisten gleichen denen von S. Diegocuchu, als abweichend ist ein Gestein zu erwähnen, das in dichter und compact erscheinender rothbrauner Grundmasse zahlreiche kleine Pyroxene führt, während Feldspath makroskopisch kaum sichtbar ist. U. d. M. erkennt man neben den zahlreichen Pyroxenen sehr reichlich bedeutend kleinere Feldspäthe, welche von denen der Grundmasse nicht scharf geschieden sind. Die rothe Farbe rührt von Eisenoxyd her, welches in der Grundmasse in Form von Körnern und Dendriten sowie in den Feldspäthen in Blättchen reichlich vorhanden ist. Einer der Blöcke ist von feinen Adern durchzogen, die sich bei starker Vergrösserung als aus kleinen Augit- und Magnetitkörnchen bestehend erweisen.

„Schiefrige Lava vom Gipfel Paguampa, N.-Umwallung von Verdecuchu, 4639 m“. Grau-grünes, compactes, etwas fettglänzendes Gestein mit zahlreichen kleinen Pyroxenen. U. d. M. erkennt man ausserdem zahlreiche kleine bis mittelgrosse Feldspäthe.

Von den Abhängen des Picacho de los Ladrillos sind mehrere Handstücke

von übereinstimmendem Aussehen vorhanden. Sie führen in dichter grau-blauer Grundmasse reichlich bis 0,5 cm grosse Feldspäthe und minder zahlreiche, sehr kleine Pyroxene. Die Grundmasse erscheint u. d. M. durch überaus zahlreiche kleine Magnetitkörnchen stark getrübt.

Unter sich gleich und dem eben genannten Gestein sehr ähnlich sind Laven von zwei anderen Gipfeln des Rucu-Pichincha, eine „am äusseren Abhange des Pico del Padre encantado, 4558 m, anstehende“ und eine vom „oberen Theil von Cundurguachana, 4090 m“. Diesen beiden Gesteinen vollkommen gleich ist das eines „Stromes, ca. 40 m mächtig, weit am N.O.-Gehänge des Llano del Volcan hin sichtbar, 4500 m“. Diese Gesteine haben eine compacte, dunkelblaue Grundmasse, von welcher sich zahlreiche, nicht sehr grosse Feldspäthe ziemlich deutlich abheben. Vereinzelt sind auch Augite makroskopisch sichtbar. Am Cundurguachana ist die Lava z. T. durch Verwitterung roth geworden. Die Lava vom Padre encantado führt mikroskopisch etwas vollständig opacitisirte Hornblende.

Eine Lava vom „O.-Abhang oberhalb La Carolina, ca. 4200 m“ führt in blau-grauer, zum grössten Theil durch Verwitterung roth gewordener Grundmasse zahlreiche, z. T. recht grosse Feldspäthe, weniger zahlreich Augite. U. d. M. zeigt das Gestein alle Charaktere der durch Verwitterung roth gewordenen Gesteine, auch treten einige ziemlich grosse Olivinkrystalle hervor.

Ein ausgezeichneter Pyroxen-Andesit findet sich anstehend bei Tablahuasi (Frutillas) an der N.-Seite des alten Pichincha in 3650 m. Von seiner dichten grauen Grundmasse heben sich die kleinen Feldspäthe kaum ab, dagegen treten sehr deutlich zahlreiche und z. T. recht grosse grüne Augite hervor. Dies Gestein ist sehr frisch.

Ebenfalls von der N.-Seite des alten Pichincha stammt die „Lava bei Cunuccorral in 3586 m“. Dies Gestein hat mit dem vorigen das deutliche Hervortreten der Pyroxene gegenüber den kleinen Feldspäthen gemein, die Farbe der Grundmasse ist aber bei ihm chocoladenbraun durch reichlich eingelagerte Eisenoxydkörnchen, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt.

Von der N.W.-Seite des alten Pichincha stammen Laven „am Abstieg von Puxe (3021 m) nach dem Rio de Mindo“ und „am Abstieg von Guairapungu nach Lloa, halbe Höhe, ca. 3150 m“. Beide Laven sind schmutzig grau und fast dicht, Feldspath ist in ihnen makroskopisch kaum erkennbar, der Augit bildet zahlreiche, aber sehr kleine Krystalle, die sich ebenfalls wenig von der Grundmasse abheben. Ihnen reiht sich ihrem makroskopischen Aussehen nach eine „schiefrige Lava zwischen Quillotoru und Cundurguachana“ an, doch treten in ihr die

Einsprenglinge etwas deutlicher hervor. U. d. M. erkennt man in ihr reichlich Eisenglanz, der hauptsächlich die Magnetite umgiebt.

„Lava in mächtigen Felsen. Panopticon, Quito". Trachytisches rothes Gestein mit zahlreichen, aber sehr kleinen Feldspäthen. U. d. M. erkennt man zahlreiche von Eisenoxyd umrandete Pyroxene sowie kleine Olivine, diese führen am Rande und auf Sprüngen ebenfalls Eisenoxyd und sind gelbbraun.

Lava „vom Wasserfall Jatuna, 3403 m, oberhalb Quito". Die dichte dunkelblaue Grundmasse tritt sehr zurück gegen die zahlreichen und z. T. grossen Feldspäthe; ausserdem erkennt man reichlich Pyroxen, der sich aber von der Grundmasse wenig abhebt.

„Gesteinsstücke am Fuss des Pichincha. Totoral bei Quito". Makroskopisch vollkommen dichtes, schwarzes, fettglänzendes Gestein. U. d. M. besteht es aus braunem Glas, in welchem zahlreiche schmale Augitsäulen und kleine isodiametrische Feldspäthe liegen.

Aus der „Cantera bei Quito" (Steinbruch) liegen mehrere, in ihrem Aussehen recht verschiedene Gesteine vor, zum grössten Theil Pyroxen-Andesite. Zunächst ist ein in Quito als Baustein benutztes Gestein zu nennen. Es besitzt dichte graue Grundmasse und führt zahlreiche, bis 5 mm grosse Feldspäthe sowie minder zahlreich kleine Pyroxene. Die anderen Gesteine aus der Cantera sind feinkörnig bis dicht, ihre Farbe ist bald dunkel-blaugrau, bald durch Verwitterung röthlich, auch eine hellgelbliche Varietät findet sich, letztere führt vereinzelt mikroskopische Olivinkrystalle. In einem Gestein finden sich auch ziemlich zahlreiche Hornblenden.

Von Ninaurcu, dem 4411 m hohen Verbindungsjoch zwischen Rucu- und Guagua-Pichincha, liegt eine durch Verwitterung rothe Lava vor. Mit blossem Auge erkennt man in ihr nur schwer Feldspath und spärlich Augit. U. d. M. zeigt das Gestein das Bild eines typischen, durch Brauneisen roth gefärbten hornblendefreien Pyroxen-Andesites.

### 4. Guagua-Pichincha.

Vom Guagua-Pichincha stammen ebenfalls einige Pyroxen-Andesite, die aber hier sehr stark gegen Amphibol-Pyroxen-Andesit zurücktreten. Zunächst eine „Lava von der Seitenwand des engen Cañon herabgestürzt (Flussbett = 2576 m), Quebrada seca", ein compactes grau-grünes, schwach fettglänzendes Gestein, makroskopisch erkennt man wenige kleine Feldspäthe und Pyroxene. Gesteine von gleichem Aussehen kommen mehrfach am Rucu-Pichincha vor, z. B. am Gipfel Paguampa. Die grünliche Farbe rührt bei allen von Serpentinmasse her, die in der Grundmasse vertheilt ist.

Die Lava aus der Quebrada seca führt vereinzelt vollständig opacitisirte Hornblende, auch findet sich reichlich Olivin in ziemlich grossen Krystallen, welche auf den Sprüngen etwas serpentinisirt sind.

Ein „Geröll, Rio blanco, 2368 m“ zeigt in sehr dichter, etwas glänzender schwarzer Grundmasse kleine Feldspäthe und Augite. Die Grundmasse erscheint u. d. M. als braunes Glas mit sehr zahlreichen kleinen Feldspathleistchen. Zu den schon makroskopisch erkennbaren Einsprenglingen treten u. d. M. noch einige ziemlich grosse zersetzte Krystalle hinzu, welche im Innern aus Kalkspath, in ihren äusseren Parthien aus Brauneisen bestehen; ihre Form weist auf Olivin als das ursprüngliche Mineral hin.

#### b. Amphibol-Pyroxen-Andesit.

##### 1. Pululagua.

Gestein des Centralkegels Pondoña, 2940 m, in der Caldera del Pululagua, in sehr verschiedenen Varietäten entwickelt. Die eine besitzt graublaue Grundmasse, in ihr liegen grosse Feldspäthe und sehr zahlreiche kleine Hornblenden; bei dieser Varietät ist die Grundmasse fast holokrystallin entwickelt, die Basis tritt sehr zurück. In den anderen Varietäten ist die Grundmasse glasig entwickelt. So besitzen mehrere Handstücke schwarze glasige Grundmasse, die aber stark zurücktritt gegen die zahlreichen und grossen Feldspäthe, auch Hornblende ist reichlich in kleinen, schwarz-glänzenden Prismen sichtbar; u. d. M. erscheint die Grundmasse als farbloses Glas, theilweise durch staubförmige Interpositionen braun gefärbt. Eins dieser Stücke ist auffallend dadurch, dass seine Feldspäthe roth erscheinen infolge von eingelagertem Eisenglanz. Schliesslich findet sich noch eine helle Varietät, welche bimssteinartig entwickelt ist.

##### 2. Rucu-Pichincha.

„Panecillo, 3050 m, bei Quito“. Hellgraues Gestein, Feldspath ist reichlich in kleinen Krystallen vorhanden, aber kaum von der Grundmasse zu unterscheiden, während Hornblende in ebenfalls zahlreichen, meist kleinen, schwarzglänzenden Krystallen deutlich erkennbar ist.

Vom Cerro Ungui, 3606 m, liegen zwei Laven vor, die eine „am N.O.-Fuss bei Chilubulu anstehend“, die andere ein „Block von der S.-Seite, Weg von Quito nach Lloa, vom Ungui herabgestürzt“. Die von der N.O.-Seite hat ein schmutzig-gelbes Aussehen, Einsprenglinge sind in ihr makroskopisch kaum erkennbar, während die Lava von der S.-Seite ganz erfüllt ist von kleinen Feldspäthen und ihre Grundmasse secundär roth gefärbt ist. Beide Laven enthalten reichlich Olivin.

### 3. Guagua-Pichiucha.

„Lava in sehr mächtigem Strom am Wasserfall austehend, 2576 m, Quebrada seca". Von diesem Strome stammen mehrere Handstücke, welche aber makroskopisch wie mikroskopisch ein sehr verschiedenes Aussehen besitzen. Die einen haben grau-blaue Grundmasse, von welcher sich deutlich mittelgrosse Feldspäthe und reichlich kleine Hornblenden abheben; die Grundmasse erweist sich u. d. M. als glasgetränkter Mikrolitheufilz, die Hornblende ist vollständig in opacitische Substanz verwandelt. Andere Stücke sind heller, fast farblos, ihre Grundmasse ist farbloses Glas mit zahlreichen Trichiten, stellenweise mit Entglasungsprodukten. Bei ihnen ist die Hornblende noch unveräudert, auch führen sie Olivin in vereinzelteu Krystallen. Ausserdem stammen vou demselben Strom Stücke, die secundär roth gefärbt sind. Dieser Lavastrom führt einen Einschluss von Pyroxen-Andesit. Derselbe besteht fast ganz aus hellgrauer Grundmasse, in ihr liegen nicht sehr zahlreiche kleine Pyroxene.

„Lava, S.O.-Seite des äusseren Abhanges der Scheidewand zwischen Quebrada seca und dem Krater". Hellgraues, feinporöses Gestein, die Grundmasse tritt zurück gegen die zahlreichen Feldspäthe und Hornblenden, letztere sind z. T. sehr lang, bis über 2 cm.

„Gipfel der S.-Seite der Scheidewand zwischen Quebrada seca nnd dem Krater. Abhaug uach der Quebrada seca". Graues Gestein, dem vorigeu makroskopisch fast gleich, lässt aber zahlreiche grosse, ölgrüne Krystalle erkenneu, wahrscheinlich Olivin, der auch im Schliff in einigeu Krystallen vorhanden ist.

Blöcke am „Grund des Kraterbodens, 4016 m. S.-Seite". Zunächst ein Bimssteinblock in typischer Entwicklnng. Ein anderer Block besitzt schwarze glasglänzende Grundmasse, als Einsprenglinge führt er zahlreiche Feldspäthe und Hornblenden. U. d. M. erweist sich die Grundmasse als farbloses Glas mit überaus zahlreichen Mikrolithen, welche vielfach flnidal angeordnet sind; stellenweise ist das Glas entglast. Zu den makroskopisch sichtbaren Eiusprenglingeu treteu noch mikroskopisch verhältnissmässig zahlreiche kleine Quarzdihexaeder hinzu.

„Grosse Blöcke von der Innenseite der Scheidewand herabgestürzt, bei deu Fumarolen, Krater". Hellgraues Gestein mit zahlreichen grossen Hornblenden, Feldspath kaum vou der Grundmasse zn unterscheiden; letztere hat u. d. M. das Aussehen von entglastem Glas. Eins der hierher gehörigen Handstücke ist intensiv rothbraun und lässt makroskopisch zahlreiche mittelgrosse glänzende Feldspäthe sowie vereinzelt Pyroxen erkennen. Hornblende tritt auch u. d. M. sehr zurück, die Grundmasse ist krystallin.

Der „Gipfel des kleinen Kegels im Krater, 4087 m“, wird von einem compacten, grau-grünen Gestein gebildet, dessen makroskopisch sichtbare Einsprenglinge (kleine Feldspäthe und Hornblenden) sich sehr wenig von der Grundmasse abheben. Die Hornblenden sind, wie die mikroskopische Betrachtung lehrt, vollständig in ein Augit-Magnetit-Aggregat umgewandelt. Pyroxen ist nur wenig in kleinen Krystallen vertreten und sehr stark serpentinisirt. Auch einige Glimmerblättchen finden sich, fast vollständig in opacitische Substanz umgewandelt. Die Grundmasse ist ein glasgetränkter Mikrolithenfilz, erfüllt von Serpentinmasse, durch welche die grüne Farbe des Gesteins hervorgerufen wird.

Blöcke am „Sattel zwischen Quebrada seca und Krater, 4405 m“. Der eine Block gleicht ganz dem Gipfelgestein des kleinen Kegels im Krater. Ein anderer Block besteht aus granem Gestein, in welchem man reichlich grosse Feldspäthe und Hornblenden erkennt. Ausserdem kommt noch ein Block mit ausgezeichneter Eutaxitstructur vor, rothe und blaugraue Bänder wechseln mit einander.

„Mächtige Felsen in ca. dem ersten Drittel des Aufstieges vom Sattel der Scheidewand nach dem Calderarand“ bestehen aus einem blaugrauen, etwas roth gefärbten Gestein mit zahlreichen kleinen Feldspäthen und weniger reichlicher Hornblende. Ganz übereinstimmend mit diesem ist ein Gestein von der halben Höhe desselben Aufstieges, während ein drittes Gestein „in ca. $^2/_3$ der Höhe (von 4405 nach 4645 m)“ von den beiden ersten sehr verschieden ist. Es besitzt compacte, mattglänzende, dunkelblaue, fast schwarze Grundmasse, in ihr liegen spärlich ziemlich grosse Feldspäthe, Hornblende ist makroskopisch nur sehr wenig zu finden, dagegen sind bei diesem Gestein zahlreiche vollständig serpentinisirte Olivine schon makroskopisch sichtbar. U. d. M. treten zu den genannten Einsprenglingen noch zahlreiche, aber sehr kleine Pyroxene, sowie vereinzelt grössere Apatite hinzu.

„N.W.-Gipfel der Calderaumwallung“. Weisslich-graues Gestein, die zahlreichen Feldspäthe sind von der Grundmasse kaum zu unterscheiden, beide zusammen bilden eine fleckige Masse, von der sich zahlreiche glänzende Hornblenden deutlich abheben. Die Grundmasse erweist sich u. d. M. als farbloses Glas.

„Mächtiger Lavastrom in ca. 4300 m am äusseren N.W.-Calderaabhange“. Ausgezeichneter unverwitterter Eutaxit, dunkelgraue Streifen wechseln mit weisslich-grauen. Feldspath und Hornblende treten deutlich hervor. Die Grundmasse der hellen Streifen besteht aus farblosem Glas mit zahlreichen, oft fluidal angeordneten, punkt- und strichförmigen Interpositionen, die der dunklen Streifen aus braunem Glas mit reichlich ausgeschiedenen Krystallen.

„Frische Lava, wohl der Strom, welcher vom N.-Gipfel (4755 m)

herabkommt, nahe Pungo Potrerillo". Typischer Amphibol-Pyroxen-Andesit. Grundmasse graublau, von ihr heben sich die Einsprenglinge deutlich ab. Letztere bestehen aus zahlreichen kleinen bis mittelgrossen Feldspäthen, schwarz glänzenden Hornblenden, diese meist kleiner als die Feldspäthe, vereinzelt aber auch grösser bis zu 1,5 cm Länge, sowie nicht ganz so zahlreichen hellen Augitkörnern.

„Unterhalb und N. von Pailacuchu (4656 m)" sowie an einem „Gipfel am O.-Kraterrand, S. der Einsenkung von 4645 m" finden sich schöne Entaxite mit blauen und rothen Streifen. Feldspath ist in den blauen Streifen nur undeutlich zu erkennen, besser in den rothen. Hornblende ist reichlich vorhanden und man erkennt schon mit blossem Auge, dass sie in den rothen Streifen mit Eisenoxyd überzogen ist, während sie in den blauen Streifen glänzend erscheint. Vereinzelt ist Pyroxen makroskopisch wahrnehmbar.

Das Gestein vom „Gipfel des Guagua-Pichincha, 4767 m, N.O.-Kraterrand" weicht in seinem Aussehen von den übrigen ziemlich stark ab. Es ist dunkelgrau und hat glasiges Aussehen, der Feldspath hebt sich von der Grundmasse kaum ab, dagegen tritt Hornblende in schwarzglänzenden Prismen deutlich hervor.

Von den Abhängen des Kegels sind mehrere Bomben vorhanden, welche ein gleichmässiges Aussehen zeigen. Gemeinsam ist ihnen die glasige Grundmasse, welche bald bimssteinartig-porös, bald compact ist. Die nicht nur in Bruchstücken, sondern vollständig vorliegenden Bomben lassen erkennen, dass die Structur im Innern bimssteinartig ist und das Gefüge nach aussen immer compacter wird. An der Oberfläche sind die Bomben von zahlreichen Sprüngen durchzogen, grössere Flächen erscheinen auch eingesunken. Die Farbe der Bomben ist hellgrau.

### c. Amphibol-Andesit.

#### 1. Pululagua.

„Blöcke zwischen S. Antonio (2423 m) und Ventanillas de Pululagua (2847 m), äusserer O.S.O-Abhang des Pululagua". Diese Blöcke haben ein sehr verschiedenes Aussehen. Zunächst gehören hierher Bimssteinblöcke von theils gelber, theils röthlicher Farbe; sehr zahlreiche kleine, schwarz-glänzende Hornblendeprismen heben sich deutlich von der Grundmasse ab, während Feldspath weniger reichlich vertreten und nur schwer zu erkennen ist. Die anderen Blöcke erscheinen hell- oder dunkelgrau, compact, und führen zahlreiche kleine schwarz-glänzende Hornblenden und grosse Feldspäthe; die ersteren treten bei den helleren Gesteinen deutlich hervor, bei

den dunkleren mehr die letzteren. Manche dieser Blöcke führen vereinzelt, z. T. am Rande uralitisirte, Pyroxene.

„Lava von den mächtigen Felsen der S.-Umwallung zwischen Hacienda und Pan de Azúcar". Hellgraues Gestein mit sehr zahlreichen grossen Feldspäthen und kleinen schwarz-glänzenden Hornblenden. U. d. M. erkennt man vereinzelt Apatit-Einsprenglinge.

„Andesitgestein, anstehend an der Cuchilla, welche im Pan de Azúcar endet, nahe bei der Hacienda". Dieses Gestein weicht in seinem Aussehen von den anderen Amphibol-Andesiten vom Pululagua dadurch ab, dass bei ihm die Feldspäthe kleiner sind als in den übrigen. Die Farbe des Gesteins ist dunkelgrau, Feldspath und Hornblende sind in zahlreichen Krystallen makroskopisch wahrnehmbar.

Vom Pan de Azúcar liegen Gesteine von verschiedenen Punkten vor. Sie sind gelblich-grau, z. T. etwas trachytisch ausgebildet. Feldspatheinsprenglinge sind zahlreich, treten aber wenig hervor, deutlicher kleine Hornblendeprismen, theils schwarzglänzend, theils mit opacitischer Substanz überzogen.

„Blöcke aus dem Erdsturz: Volcan de la Rinconada". Aus diesem Erdsturz wurde schon oben ein Pyroxen-Andesit beschrieben. Der hier vorkommende Amphibol-Andesit besteht aus hell-gelbgrauer Grundmasse, von der sich zahlreiche kleine Hornblenden deutlich abheben, während der ebenfalls reichlich vertretene Feldspath von der Grundmasse kaum zu unterscheiden ist. Die Hornblenden erscheinen u. d. M. gelbbraun und sind sehr stark opacitisirt.

Der Gipfel des Cerro Taleal, 3319 m, N.-Umwallung der Caldera del Pululagua, wird von einem gelblich-grauen, compacten Gestein gebildet mit zahlreichen grossen Feldspäthen und kleineren Hornblenden. Dasselbe Gestein kommt auch in einer durch Verwitterung roth gewordenen Varietät vor, das betreffende Handstück zeigt deutliche Absonderungsflächen. Ein eigenthümliches Gestein ist das eines Blockes vom Cerro Taleal. Makroskopisch zeigt es compacte dunkelgraue, fast schwarze Grundmasse, in ihr liegen zahlreiche grosse Feldspäthe und kleine Hornblenden. Die Grundmasse besteht aus farbloser Basis mit zahlreichen Feldspathleisten und Pyroxensäulen. Die letzteren haben eine solche Grösse, dass es zweifelhaft erscheint, ob sie noch zur Grundmasse oder zu den Einsprenglingen gehören, ob also das Gestein zum Amphibol- oder Amphibol-Pyroxen-Andesit zu stellen ist. Es wurde hier dem ersteren zugerechnet, weil die anderen von demselben Fundort stammenden Stücke zweifellos zu diesem gehören.

„La Pila, abgesonderter Felskegel der N.-Umwallung, z. T. unter der Lavamasse des Pondoña begraben". Die Grundmasse dieses Gesteins ist weisslichgrau, in ihr liegen zahlreiche mittelgrosse Feldspäthe und kleinere, fast ganz opacitisirte

Hornblenden. Eins der hierher gehörigen Handstücke besitzt die oben beschriebene Rntschfläche.

Lavablöcke ans dem „Derumbo del Lavadero, N.-Umwallung der Caldera del Pnlulagua". Die meisten derselben haben das gewöhnliche Aussehen der Amphibol-Andesite vom Pululagua, ihre Farbe ist meist hellgrau, in einem Stück violett, anch sind manche Blöcke durch Verwitterung roth gefärbt. Einige führen wenig Pyroxen, in einem Stück findet sich ziemlich reichlich roth-brauner Apatit. Als vom gewöhnlichen Typus abweichend sind zwei Gesteine hervorzuheben. Das eine besteht makroskopisch aus schwarzem Glase mit zahlreichen kleinen Feldspäthen, bei sehr genauer Betrachtung erkennt man auch schwarze Hornblenden, doch sehen diese dem schwarzen Glase zum Verwechseln ähnlich. Die mikroskopische Untersnchung lehrt, dass die Grundmasse aus an sich farblosem Glase besteht, welches durch zahlreiche dunkle Punkte getrübt erscheint; diese stellen sich bei sehr starker Vergrösserung als äusserst kleine Poren dar. In dieser Grundmasse liegen zahlreiche grüne Hornblenden nnd weniger zahlreiche Feldspäthe, die letzteren sind von einer schmalen Zone von braunem Glase umgeben. Das zweite Gestein von abweichendem Aussehen ist makroskopisch fast dicht, hellgran, mit zahlreichen schwarzen Punkten (kleinen opacitisirten Hornblenden). U. d. M. erscheint das Gestein als ein Aggregat von Feldspath und vollständig opacitisirter Hornblende, beide Mineralien sind nur in Bruchstücken vorhanden und in eine Grundmasse eingebettet, welche aus kleinsten Feldspath-, vielleicht anch Quarz-Bruchstücken zu bestehen scheint. Es macht den Eindruck, als läge hier kein ursprüngliches Gestein vor.

### 2. Calacalí-Berge.

„Bimsstcinblock. Ebene von Calacalí". Makroskopisch ist Feldspath nur schwer zu erkennen, dagegen treten die zahlreichen kleinen Hornblenden sehr deutlich hervor. U. d. M. erscheinen auch wohl vereinzelt Pyroxene. Die Grundmasse ist nicht rein glasig, es haben sich in ihr verhältnissmässig zahlreiche Feldspäthe ausgeschieden.

„Block bei Crnz de Calacalí, 2881 m. Pass zwischen S. Antonio und Calacalí". Hellgranes Gestein, dessen Grundmasse sehr gegen die Einsprenglinge zurücktritt. Diese bestehen aus zahlreichen, z. T. grossen Feldspäthen und mittelgrossen Hornblenden in grosser Menge.

### 3. Rncu-Pichincha.

Ein eigenthümliches Gestein bildet ein „Geröllblock aus dem Rio de Mindo". Es besitzt dichte, violette Grundmasse, in dieser liegen zahlreiche und meist sehr grosse, oft über 1 cm lange Feldspäthe sowie kleinere grangrüne, glänzende

Krystalle. Die letzteren sind, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, veränderte Hornblenden. Sie bestehen jetzt vollständig aus Chlorit, dem bisweilen reichlich Kalkspath eingelagert ist, und sind von einem schmalen, aber sehr dichten Brauneisenrand umgeben. Pyroxen fehlt diesem Gestein ganz. Die Grundmasse scheint lediglich aus Feldspäthen zn bestehen, zwischen denen reichlich Brauneisenkörner liegen.

„Geröll. Rio de Mindo, 1222 m, bei Mindo". Makroskopisch fast dichtes hellgraues Gestein, kleine Feldspäthe sind in ihm kaum erkennbar. Dentlicher treten zahlreiche kleine Calcitmassen hervor, die aus Hornblende entstanden sind. U. d. M. erscheinen zahlreiche Feldspäthe, auf deren Sprüngen Calcit abgesetzt ist, anch sind manche Zonen ganz in Calcit umgewandelt. Ausserdem erkennt man zahlreiche Pseudomorphosen von Calcit nach Hornblende. Die Grundmasse ist farblos nnd zeigt Aggregatpolarisation, sie scheint aus Feldspath zn bestehen. Das Gestein ist von zahlreichen Kalkspathadern durchzogen; häufig liegen in den Calcitmassen Pyritkrystalle.

Schliesslich ist noch ein Amphibol-Andesit zu nennen aus derselben Cantera bei Quito, ans der schon oben mehrere Pyroxen-Andesite beschrieben wurden. Derselbe führt in reichlicher, vollständig ziegelroth gefärbter Grundmasse mittelgrosse, nicht glänzende Feldspäthe und ziemlich wenig rothbranne, von Branneisen umrandete Hornblenden.

### 4. Guagua-Pichincha.

„Block vom S.-Theil der O.-Kraterumwallnng". Compactes gelblich-graues Gestein, Feldspath ist in ihm makroskopisch kaum zu erkennen, dagegen sehr deutlich Hornblende in meist kleinen, selten bis 1 cm grossen schwarz-glänzenden Prismen, ansserdem sehr vereinzelt Glimmer in dentlich sechsseitigen Blättchen. U. d. M. tritt zu den genannten Mineralien noch Pyroxen in wenigen Krystallen hinzu. Die gelbliche Farbe des Gesteins rührt von kleinen Serpentinschuppen in der Grundmasse her.

## d. Amphibol-Glimmer-Andesit.

### Gnagua-Pichincha.

In diese Abtheilung lässt sich ein „Geröll aus dem Rio del Volcan, Vereinignng mit Rio blanco (2086 m), Caldera del Pichincha" rechnen. Makroskopisch erscheint es hellgrau, Feldspath ist kaum zu erkennen, dagegen treten zahlreiche Hornblendeprismen deutlich hervor, nicht so reichlich ist Biotit in kleinen sechsseitigen Blättchen vertreten. U. d. M. erscheint er ebenso wie die grüne Hornblende von Magnetit-Augit-Rand umgeben, seine Farbe ist die gewöhnliche. Anch Pyroxen

ist in verhältnissmässig zahlreichen, aber nur mikroskopisch sichtbaren Krystallen als Einsprengling vorhanden, betheiligt sich ausserdem an der Bildnng der Grundmasse, welche ans glasgetränktem Mikrolithenfilz besteht.

### *II. Obsidian.*

Im Hochlande von Quito finden sich an vielen Orten Obsidiansplitter, die Sammlung der Pichincha-Gesteine enthält daher auch mehrere Obsidiane, theils von „Totoral bei Quito", theils vom „Abhang der Unguikette gegen Magdalena nach Chillogallo". Anstehender Obsidian kommt aber im Hochlande von Quito nur am Gnamaní[1]) nnd am Antisana[2]) (beide zur O.-Cordillere gehörig) vor nnd von hier dürften die in der Umgegend von Quito zerstrenten Obsidiane herstammen. Ein Theil derselben ist bereits von Roth[3]) beschrieben worden. Hier sollen nur einige Beobachtungen mitgetheilt werden, die an wenigen Schliffen gemacht wurden. Das makroskopische Anssehen ist das gewöhnliche typischer Obsidiane, manche Stücke sind auffallend hell, so dass sie auch bei einer Dicke von mehr als 1 cm noch mit hellbrauner Farbe vollkommen durchsichtig sind.

Ein Schliff ist von schmalen Adern durchzogen, die anch schon makroskopisch deutlich erkennbar sind. Die mikroskopische Untersnchung lehrt, dass diese Adern zahlreiche ausgeschiedene Feldspäthe und einige Quarze enthalten. Die Dimensionen der Krystalle sind so klein, dass ihre Umrisse nur bei sehr starker Vergrösserung deutlich hervortreten. Die Feldspäthe bilden verhältnissmässig breite Leisten, die aber wohl ansnahmslos skeletförmig entwickelt sind; ihre schmalen Seiten sind in der Mitte eingesunken, so dass die Form der Krystalle Aehnlichkeit mit einem H mit sehr breitem Qnerbalken hat. Meist sind alle Begrenzungselemente vollkommen geradlinig, seltener sind die Umrisslinien gekrümmt, die Krystalle sind dann in der Mitte ausgebaucht. Zwillingsbildnng konnte bei keinem Feldspath beobachtet werden, und da die Krystalle auch orientirt anslöschen, wenigstens soweit sich dies bei so kleinen Gebilden feststellen lässt, so scheint die Annahme berechtigt, dass hier Sanidine vorliegen. Noch ist zu bemerken, dass alle Feldspathleistchen mit ihren langen Seiten parallel der Längsrichtung der Adern liegen. Derartige „Sanidine, oft mit unregelmässigen Endungen", beobachtete bereits Roth in den Obsidianen des Gnamaní.

---

[1]) Mittheilungen des Herrn Reiss über eine Reise in Südamerika aus Briefen an die Herren G. Rose und Roth vom Dezember 1871. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 24 1872 p. 383.

[2]) Nach mündlicher Mittheilnng von Herrn Dr. Reiss.

[3]) J. Roth: Ueber die Obsidian- und Perlitströme des Guamaní in Ecuador. Monatsberichte der Kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1874 p. 378.

Einer der Obsidiansplitter ist schon makroskopisch sehr auffallend, er wird von zahlreichen, bis zu 2 mm breiten, dunkleren Streifen durchzogen, die unter sich genau parallel laufen und vollständig geradlinig begrenzt sind. Die mikroskopische Betrachtung zeigt, dass sich in dem Obsidian zahlreiche, aber sehr kleine Augite ausgeschieden haben: sie bilden prismatisch gestreckte Krystalle, die häufig an ihren Enden etwas verdickt sind, so dass sie eine ungefähr knochenförmige Gestalt annehmen. Ihnen liegen meist einige sehr kleine Magnetitkörnchen äusserlich an. Die meisten Augite liegen mit ihrer Längsaxe der Richtung der dunklen Streifen parallel. Diese letzteren lösen sich u. d. M. in eine grosse Zahl einander parallel laufender Reihen von unzähligen dunklen Erzkörnchen auf, zwischen denen reichlich Augite liegen. In einem der Streifen zeigte sich eine eigenthümliche Erscheinung. In demselben liegt ein grosses, schon mit blossem Auge sichtbares Bruchstück eines Feldspathkrystalles. Es besitzt an der einen Seite noch eine Krystallfläche, sonst ist es von eckigen Bruchlinien begrenzt. Es erscheint vollkommen ausgeschlossen, dass dieser Feldspath sich im Obsidian selbst ausgeschieden hat, vielmehr muss er als Fremdkörper in diesen hineingerathen sein. Er liegt in einem der dunklen Streifen und man erkennt deutlich, wie die Magnetitkörnchen um ihn in dem noch flüssigen Magma herumgeflossen sind. Auf der dem Strome zugewandten Seite des Feldspathes haben sich die Magnetite in grosser Menge angesammelt, während auf der entgegengesetzten Seite ein sich allmählich verjüngender Raum fast ganz von Magnetiten frei geblieben ist.

## *III. Feldspath-Basalt.*

### Rucu- und Guagua-Pichincha.

Basalte finden sich in den südamerikanischen Andes nur selten. Aus dem Hochlande von Quito werden in der bisherigen Litteratur nur zwei Vorkommnisse angegeben, beide zuerst von Humboldt:[1]) Beim Dorfe Guaillabamba (N.O. von Quito) und am Rio Pisque (rechter Nebenfluss des Rio Guaillabamba, mündet in diesen in der Nähe von S. Antonio). Das letztere Vorkommen habe ich sonst in der Litteratur nicht wieder erwähnt gefunden, das erstere bestätigt Schmarda.[2]). Da aber bekanntlich die Bedeutung der Bezeichnung „Basalt“ seit Humboldts Zeit sich geändert hat, muss es jedenfalls zweifelhaft erscheinen, ob die beiden oben angeführten Vorkommen zum Feldspath-Basalt in seiner jetzigen Umgrenzung zu rechnen sind. In der vorliegenden

[1]) A. v. Humboldt: Kosmos 1845—62. Bd. IV p. 462.
[2]) L. R. Schmarda: Reise um die Erde etc. 1861. Bd. III p. 262.

Sammlung ist Feldspathbasalt von beiden Pichincha vertreten, allerdings nur in Rollstücken und zwar aus dem Rio de Mindo bei Mindo (Rucu-Pichincha) und von der Vereinigungsstelle des Rio del Volcan mit dem Rio blanco (Guagua-Pichincha).

Beide Stücke erscheinen makroskopisch dunkelgrün, fast schwarz, bei dem aus dem Rio de Mindo erkennt man ziemlich zahlreiche, kleine, schwarze Augite, bisweilen mit deutlicher krystallographischer Begrenzung in der Prismenzone. Das Geröll aus dem Rio del Volcan führt reichlich kleine gelbe Flecke, durch die es heller erscheint als der andere Basalt; sie bestehen aus Serpentin. Bei mikroskopischer Betrachtung fällt sofort die verschiedene Zusammensetzung beider Basalte auf. In dem aus dem Rio de Mindo sind Feldspath und Augit die beiden Hauptbestandtheile, ursprünglich war wohl auch etwas Olivin vorhanden, jedenfalls aber nicht in grosser Menge, dagegen überwiegt dieser im Basalt aus dem Rio del Volcan sehr stark gegenüber dem Augit. Beide Gesteine haben eine ausgesprochen diabasische Structur, indem der Feldspath in schmalen, divergent-strahlig angeordneten Leisten ausgebildet ist, zwischen denen Augit resp. Olivin mit etwas Augit die Ausfüllungsmasse bilden. Da der Olivin zum grössten Theil zu Serpentin, theilweise auch wohl zu Chlorit geworden ist, so erscheinen beide Gesteine im Schliff gelbgrün. Ausser den genannten Mineralien führen die Basalte noch reichlich Eisenerz.

Feldspath ist in beiden Basalten reichlich vorhanden. Er bildet im Durchschnitt schmale Leisten in divergent-strahliger Anordnung, seitlich mit krystallographischer Begrenzung durch $\infty P \breve{\infty} (010)$, terminal unregelmässig endigend. Sie sind fast alle nach dem Albitgesetz verzwillingt, die breiteren Leisten haben auch nicht selten Periklinlamellen. Die meisten haben grobe Spaltrisse nach einer Prismenfläche. Die grösseren Leisten zeigen deutliche „einfach fortschreitende“ Zonenbildung und zwar ist auch hier der Rand saurer als der Kern; „unregelmässig wiederholte“ Zonenbildung ist nur sehr selten bei besonders grossen Feldspäthen zu beobachten, die Erscheinung ist hier ganz in Uebereinstimmung mit der bei den Feldspäthen der Andesite gegebenen Beschreibung. Von Einschlüssen sind die Feldspäthe ganz frei, nur selten stösst man auf etwas Apatit oder Eisenerz. Dagegen ist häufig auf den Sprüngen Serpentin und Chlorit eingedrungen, so dass manche Feldspäthe von einem grünen Netzwerk durchzogen sind. Von diesen eingedrungenen Zersetzungsprodukten abgesehen sind die Feldspäthe vollkommen frisch.

Augit bildet zusammen mit Olivin die Ausfüllungsmasse der Räume zwischen den Feldspäthen. Wie schon angegeben, tritt in dem Geröll aus dem Rio de Mindo

Olivin sehr stark gegen den Augit zurück. Dieser ist fast stets allotriomorph begrenzt, aber häufig sind seine Krystalle prismatisch gestreckt. Manche sind auch skeletförmig entwickelt, es gehen dann von einem langen prismatisch gestreckten Krystall Seitenäste aus, die meist gekrümmt sind, wie Fig. 19 zeigt. Spaltrisse nach $\infty P (110)$ treten bei den meisten deutlich hervor. Die Farbe des Augites ist hell-graubraun, Pleochroismus ist nicht wahrnehmbar. Als Einschluss findet sich häufig Eisenerz in runden Körnern, seltener in Form von Octaëdern.

Olivin ist in dem einen Basalt in grosser Menge vorhanden. Er bildet hier grosse Krystalle, im Allgemeinen mit unregelmässiger Begrenzung, doch weist häufig die Form auf $\infty P \breve{\infty} (010)$ und $2 P \breve{\infty} (021)$ hin, ohne dass diese Flächen selbst deutlich erkennbar wären. Die Olivine sind sämmtlich sehr stark serpentinisirt. Der Serpentin durchzieht die Krystalle in der bekannten Weise maschenförmig und lässt zwischen sich noch frische Olivinkerne. Diese Umwandlung ist in dem anderen Basalt sehr viel weiter vorgeschritten, hier sieht man gar keine Olivinkerne mehr, nur Serpentinmassen, von denen sich auch nicht einmal mit Bestimmtheit behaupten lässt, dass sie aus Olivin entstanden sind, da sie vollständig unregelmässige Form haben.

Sehr reichlich ist schliesslich Eisenerz vorhanden. Es wird in geringer Menge von Augit umschlossen, in seiner Hauptmasse liegt es diesem äusserlich an in Form von Körnern. Ausserdem findet sich vereinzelt Eisenerz in grösseren skeletförmig ausgebildeten Krystallen.

In dem Basalt aus dem Rio de Mindo finden sich einzelne, meist mikroskopische Hohlräume, welche von Serpentin und Chlorit erfüllt sind. Zunächst der Wandung liegt eine Schicht von gelbem Serpentin, an diesen setzen sich zahlreiche Chloritsphärolithe an, welche weit ins Innere der Hohlräume hineinragen. Der übrige Raum ist ebenfalls von Chlorit erfüllt, der aber keine regelmässige Anordnung erkennen lässt.

## *IV. Auswürflinge und Einschlüsse.*

Die meisten Bomben gehören ihrer petrographischen Natur nach zum Andesit und sind daher bei diesem besprochen worden. Es bleiben nur noch zwei Auswürflinge zu beschreiben, welche nicht zu den Andesiten zu stellen sind. Beide stammen vom Guagua-Pichincha. Der eine, von der N. O.-Seite des Kraterrandes, ist ein durch Eisenhydroxyd gelbbraun gefärbter Quarzblock. Er besteht, wie die mikroskopische Betrachtung lehrt, aus lauter kleinen Quarzkörnern, die meisten sind abgerundet, einige aber auch von Krystallflächen begrenzt. Zwischen den einzelnen Quarzkörnern zieht sich ein Netzwerk von Eisenhydroxyd hindurch, so dass der Block makroskopisch gelbbraun erscheint.

Gelegentlich findet sich zwischen den Quarzkörnern etwas Magnetit, vereinzelt auch kleine allotriomorphe Hornblenden.

Der andere Auswürfling stammt von der O.-Seite des Kegels in ca. 4500 m Höhe. Er erscheint makroskopisch weiss, etwas grünlich, und zeigt vielfach radialstrahlige Anordnung eines faserigen Minerals. Dieses ist Wollastonit, derselbe erscheint u. d. M. in farblosen, nach der Axe *b* gestreckten, schmalen Leisten, welche ungefähr radialstrahlig angeordnet sind. Spaltrisse nach 0 P (001) treten bei den grösseren Krystallen deutlich hervor, Zwillinge nach $\infty$ P $\infty$ (100) sind nicht häufig. Der Block wird von mehreren schon makroskopisch erkennbaren Adern durchzogen, die aus Quarz und Augit bestehen. Ersterer bildet unregelmässig begrenzte Körner, zwischen diesen liegen die Augite als prismatisch gestreckte kleine Krystalle mit meist allotriomorpher Begrenzung, nur wenige besitzen Flächen aus der Prismenzone. Ihre Farbe ist hellgrün. Pleochroismus nicht wahrnehmbar. Spaltrisse nach $\infty$ P (110) treten bei den meisten deutlich hervor.

Einschlüsse sind in der vorliegenden Sammlung nur sehr wenig vorhanden. Bereits oben wurde erwähnt, dass der über dem Wasserfall in der Quebrada seca (Guagua-Pichincha) anstehende Amphibol-Pyroxen-Andesit einen Einschluss von Pyroxen-Andesit führt. Hier ist noch besonders hervorzuheben ein „Einschluss in der Lava, S.O.-Seite des äusseren Abhanges der Kraterscheidewand. Guagua-Pichincha“. Er erscheint makroskopisch deutlich geschichtet, indem hell- und dunkel-graue Schichten mit einander abwechseln; an manchen Stellen ist das Gestein auch mit kleinen Schuppen eines rubellanartigen Glimmers bedeckt. U. d. M. zeigt das Gestein das typische Bild von Contactgesteinen mit der siebartigen Durchdringung aller Gemengtheile. Diese sind Glimmer, Pyroxen, Feldspath und Quarz. Die beiden letzteren bilden die Hauptmasse des Gesteins als ein Aggregat kleiner, unregelmässig begrenzter Körner; wenige Feldspäthe haben deutliche Zwillingslamellen, wo diese fehlen, ist oft nicht zu entcheiden, ob Feldspath oder Quarz vorliegt. Der Pyroxen bildet grössere, vollständig allotriomorphe Krystalle, welche von dem Quarz-Feldspath-Aggregat reichlich durchsetzt werden. Spaltrisse nach $\infty$ P (110) treten meist deutlich hervor, die Auslöschungsschiefe ist sehr gering, so dass reichlich rhombischer Pyroxen vorhanden zu sein scheint, wofür auch der starke Pleochroismus vieler Krystalle ($\parallel$ c grün, $\perp$ c roth) spricht. Endlich ist ein röthlicher, makroskopisch dem Rubellan ähnlicher Glimmer reichlich vorhanden. Er bildet kleine Blättchen, welche immer nesterartig beisammen liegen. Der Pleochroismus ist sehr stark, der Glimmer erscheint rothbraun, wenn das Licht parallel den Spaltrissen schwingt, in der dazu senkrechten Lage gelb. Auf der Basis steht eine

negative Mittellinie mit sehr kleinem Axenwinkel fast senkrecht. Die Spaltrisse nach 0 P (001) treten wenig hervor. Der Glimmer ist von opacitischer Substanz in reichlicher Menge umgeben, die sich auch von den Glimmeransammlungen allseitig auf einige Entfernung in das Gestein ausbreitet. Dadurch, dass diese Glimmeransammlungen reihenförmig neben eiuander liegen, bilden sie die makroskopisch deutlich hervortretenden dunklen Schichten des Gesteins.

# Versuch einer geologischen Skizze der untersuchten Gegenden.

Das Bild, welches sich auf Grund der vorstehend mitgetheilten Untersuchungen von den petrographischen Verhältnissen des behandelten Gebietes entwerfen lässt, ist das folgende:

Der Unterbau des Gebirges besteht, abgesehen von Sedimenten, aus alten Gesteinen und wird von jüngeren, den Produkten der noch nicht erloschenen vulkanischen Thätigkeit, überlagert. Die ersteren sind zum grösseren Theil Hornblende- und Diabas-Porphyrite, nicht ganz so häufig findet sich Diabas, noch weniger Diorit. Da die alten Gesteine hauptsächlich in Rollsteinen vorliegen, lässt sich ein detaillirtes Bild von ihrer geographischen Vertheilung nicht gewinnen. Am Pululagua und den Calacalí-Bergen findet sich von alten Gesteinen fast ausschliesslich Diabas-Porphyrit, an den Pichincha fehlt dieser dagegen fast ganz, dafür treten hier besonders Hornblende-Porphyrite, daneben Diabase und Diorite auf, alle drei Gesteinsarten in denselben Flüssen als Geröll vorkommend. Als anstehende Gesteine aus dem Gebiet des Guagua-Pichincha finden sich in den vorliegenden Sammlungen: Diabas aus dem Rio del Volcan und aus der Quebrada seca, Porphyrit aus dem Rio blanco; an letzterem Flusse tritt ausserdem noch ein Granitgang auf.

Die jüngeren Gesteine ermöglichen eine genauere Bestimmung ihrer geographischen Verbreitung. Am Pululagua ist hauptsächlich Amphibol-, weniger reichlich Pyroxen-Andesit vertreten, beide bilden die Caldera-Umwallung, während der centrale Eruptionskegel Pondoña aus Amphibol-Pyroxen-Andesit besteht. Die wenigen von den Calacalí-Bergen stammenden jüngeren Gesteine sind theils Pyroxen-, theils Amphibol-Andesit.

Zwei grosse vulkanische Berge führen den Namen Pichincha, sie werden als Rucu- und Guagua-Pichincha unterschieden. In ersterem sind ausser der gleichnamigen Spitze (4737 m) noch vier andere Gipfel zu erwähnen: Der Picacho de los Ladrillos, Picacho de Paguampa (4639 m), Picacho del Padre encantado (4558 m) sowie der nach N.O. vorgeschobene Cundurguachana (4090 m). Auch das die Verbindung zwischen Pico de los Ladrillos und Guagua-Pichincha herstellende Joch Ninaurcu (4411 m) gehört nach den von ihm vorliegenden Gesteinen geologisch zum Rucu-Pichincha. Dieser besteht fast ausschliesslich aus Pyroxen-Andesit. Das Gestein des Cerro Ungui sowie das des Panecillo ist Amphibol-Pyroxen-Andesit. In der Cantera (Steinbruch) oberhalb Quito endlich finden sich Pyroxen- und Amphibol-Andesite, während das Mittelglied zwischen beiden hier zu fehlen scheint. Am Guagua-Pichincha hingegen ist Amphibol-Pyroxen-Andesit das herrschende Gestein, aus ihm bestehen die Kraterwände und der Ausbruchskegel im Innern des Kraters sowie mehrere Auswürflinge. Daneben sind jedoch, wenn auch in bedeutend geringerer Menge, die anderen Andesitvarietäten am Guagua-Pichincha vertreten. Pyroxen-Andesit kommt in der Quebrada seca und bei Pailacuchu am N.-Abhange des Kegels vor, ein Block von der östlichen Kraterumwallung besteht aus Amphibol-Andesit, der allerdings auch etwas Pyroxen führt, und einige Gerölle aus dem Rio blanco gehören den beiden letztgenannten Varietäten an. Auch Feldspathbasalt betheiligt sich am Aufbau des Rucu- und Guagua-Pichincha, doch nur in untergeordnetem Masse gegenüber dem herrschenden Andesit; da in der vorliegenden Sammlung Basalt nur als Geröll vertreten ist, lässt sich über den Ort seines Auftretens Näheres nicht angeben.

Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität Berlin.

Dezember 1891.

# Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Mikropegmatitische Verwachsung von Quarz und Plagioklas aus Granit am Rio blanco, unterhalb der Vereinigung mit Rio del Volcan, Guagua-Pichincha.

Fig. 2. Regelmässige Verwachsung von Augit und Hornblende aus Quarzhornblendediorit, Geröll in ca. 1600 m im Rio de Mindo, Rucu-Pichincha.

Fig. 3. Zu garbenförmigen Bündeln vereinigte Feldspathnadeln aus Diabas, in der Quebrada seca am grossen Wasserfall anstehend, Guagua-Pichincha.

Fig. 4. Skeletförmig entwickelte Feldspäthe aus demselben Gestein wie Fig. 3.

Fig. 5. Titaneisen-Krystalle, zum grössten Theil zu Leukoxen geworden. Der Umwandlungsprozess ist lamellenweise fortgeschritten, es sind daher noch Titaneisen-Leisten stehen geblieben, welche drei sich unter 120° schneidende Systeme bilden. Aus Diabas, Geröll im Rio del Volcan, Guagua-Pichincha.

Fig. 6. Feldspath mit ausgezeichneter Zonarstructur, in zwei Stellungen. In Fig. 6a befinden sich die inneren Parthien der Zonen in Dunkelstellung, die Basis bildet mit den Nicolhauptabschnitten Winkel von 22° resp. 68°. In Fig. 6b erscheinen die Zonen aussen dunkel, man erkennt deutlich ihr Hellerwerden nach innen. In dieser Stellung geht die Basis einem Nicolhauptschnitt parallel. Aus Amphibol-Pyroxen-Andesit, Stück einer Bombe von der O.-Kraterumwallung des Guagua-Pichincha.

Fig. 7. Schematische Zeichnung zweier Zonengrenzen eines zonalen Feldspathes, der von einer zur Verticalaxe ungefähr senkrechten Ebene ab durchschnitten wird. Die innere Zone wird in $\infty P \breve{\infty}$ (010), $0 P$ (001) und $,P,\bar{\infty}$ (101) getroffen, die äussere in $\infty P \breve{\infty}$ (010), $\infty P'_{,}$ (110) und $\infty {}_{,}^{'}P$ (110).

Fig. 8. Zonaler Feldspath, scheinbar mit verschiedenen Krystallflächen in den einzelnen Zonen. Die inneren zeigen $\infty P \breve{\infty}$ (010) und $0 P$ (001) oder $,P,\bar{\infty}$ $(\bar{1}01)$, in den äusseren Zonen tritt zu diesen noch eine Prismenfläche. Aus Amphibol-Pyroxen-Andesit vom N.W.-Gipfel der Calderaumwallung des Guagua-Pichincha.

Fig. 9. Feldspathzwilling mit Zonarstructur. Die Zonen des einen Individuums hören scheinbar an der Zwillingsgrenze auf. Aus Amphibol-Pyroxen-Andesit, Geröll im Rio del Volcan, Guagua-Pichincha.

Fig. 10. Zonaler Feldspath mit Einschluss. Durch diesen erscheint eine Zone eingehnchtet, die Linien gleicher Anslöschungsschiefe machen die Einbuchtung mit. Aus Amphibol-Pyroxen-Andesit vom Gipfel des Guagua-Pichincha, N.O.-Kraterrand.

Fig. 11. Zerbrochener Feldspath, die einzelnen Theile liegen noch bei einander, so dass ihre Zusammengehörigkeit erkennhar ist. Aus Amphibol-Pyroxen-Andesit, am Wasserfall in der Qnehrada seca ansteheud, Guagua-Pichincha.

Fig. 12. Durchkreuznngszwilling von monoklinem Augit aus Pyroxen-Andesit, Lava in dem engen Cañon von der linken Seitenwand herabgestürzt, Quehrada seca, Guagua-Pichincha.

Fig. 13. Schematische Zeichnung eines Durchkreuzungszwillings nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) von monoklinem Augit.

Fig. 14. Pyroxen mit zwei Magnetit-Einschlüssen, über denen sich der Krystall noch nicht vollständig geschlossen hat. Aus Amphihol-Pyroxen-Andesit, Geröll im Rio blanco, Gnagua-Pichincha.

Fig. 15. Pyroxen mit Eisenoxydrand. Einem grösseren monoklinen Augit liegen zwei kleinere Hypersthene an. Letztere sind von einem breiten Eisenoxydrand umgeben, soweit sie an Grundmasse grenzen, während der Eisenoxydrand des Augites nur schmal ist. Aus Pyroxen-Andesit, Lava von Ninaurcu, zwischen Rucu- nnd Guagua-Pichincha.

Fig. 16. Gesetzmässige Verwachsung von rhombischem nnd monoklinem Pyroxen, beide haben die Verticalaxe gemeinsam, ihre optischeu Axenebeuen stehen auf einander senkrecht. Aus Pyroxen-Andesit am Abhange gegen S. Antonio am südöstlichsten Gipfel der Umwallung vom Pululagua.

Fig. 17. Gesetzmässige Verwachsung von rhombischem und monoklinem Pyroxen, parallel der Verticalaxe beider nnd $\infty P \bar{\infty}$ (100) des Hypersthen (gebränchliche Anfst.) durchschnitten. Die beideu seitlichen Augitlamellen bildeu einen Durchkreuzungszwilling wie in Fig. 12. Aus demselben Gestein wie Fig. 12.

Fig. 18. Hornblende in glasiger Grundmasse mit Magnetit-Angit-Rand. Dieser umgiebt die Hornhlende nnr da, wo sie an Entglasungsprodukte grenzt, während die Umrandnng fehlt, wo die Hornblende von reinem Glase umgeben ist. Aus Amphibol-Pyroxen-Andesit, am Wasserfall in der Qnehrada seca, Guagua-Pichincha, anstehend.

Fig. 19. Skeletförmig ausgebildeter Augit uus Feldspathbasalt, Geröll im Rio de Mindo hei Mindo, 1222 m, Rucu-Pichincha.

# THESEN.

1. Es empfiehlt sich, für die rhombischen Pyroxene die gebräuchliche Aufstellung zu verlassen und die bisher als seitliches Pinakoid angenommene Fläche zum vorderen Pinakoid zu machen.

2. Die sogenannte „opacitische Substanz“ ist mit grosser Wahrscheinlichkeit als fein vertheiltes Eisenerz aufzufassen.

3. Die Regel, dass basische Feldspäthe sich früher ausscheiden als sauere, findet in der Zonarstruktur der Plagioklase eine Bestätigung.

# VITA.

Natus sum Ricardus Herz Berolini a. d. XII Cal. Apr. anni h. s. LXVI patre Fedor, quem vivum magnopere veneror, matre Anna e gente Otto, quam morte mihi ereptam valde lugeo. Fidei addictus sum evangelicae. Primis litterarum rudimentis imbutus in schola elementaria, cui tum praeerat Luther, gymnasium Coloniense quod vocatur undecim per annos frequentavi.

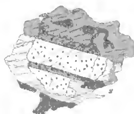
Vere anni h. s. LXXXVI maturitatis testimonium nactus et civibus academicis Almae Matris Berolinensis adscriptus totum me dedi studiis cum rerum naturalium tum mineralogicis.

Praeceptores academici mihi fuerunt viri illustrissimi:

de Bezold, du Bois-Reymond, Dilthey, Eichler †, Engler, Gabriel, de Helmholtz, Hensel, de Hofmann, Kiepert, Klein, Knoblauch, Kny, Kossel, Kundt, Magnus, Netto, Rammelsberg, Rinne, Roth †, Schulze, Schwendener, Traube.

Quibus omnibus, quos enumeravi, viris doctissimis optime de me meritis, imprimis autem professori celeberrimo C. Klein, gratias ago quam maximas.



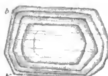


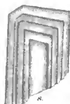




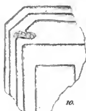


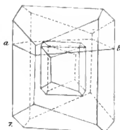










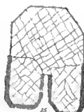


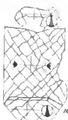




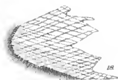















Lith. Anstalt v. C. L. Keller, Berlin S.

# III

# ATACATZO BIS ILINIZA

BEARBEITET VON

ERNST ELICH

MIT TAFEL III

# Historische Einleitung.

Folgende Angaben mögen über die geographische Lage und die allgemeine geologische Beschaffenheit der Fundpunkte der dieser Untersuchung zu Grunde liegenden Gesteine zu orientiren versuchen.

In der West-Andeskette von Ecuador erheben sich im Süden des Guagua-Pichincha aufeinander folgend drei, fast isolirte Berge; von diesen ist der nördlichste der Atacatzo (4539 m). Nach M. Wagner[1]) „war derselbe ganz sicher einstmals ein thätiger Fenerberg gewesen ... Er ist älter als sein Nachbar, der Pichincha. Eruptive Wirkungen scheinen von ihm nur während eines kurzen Zeitraumes ausgegangen zu sein. Sein Gestein ist verwittert, seine Gehänge sind mit einer dickeren Humusschicht überdeckt und mit einer reicheren Vegetation überkleidet. Nur der höchste Gipfel zeigt kahle, schroffe Felswände, kreisförmige Gestalt mit ausgezackten Contouren."

M. Wagner berichtet an derselben Stelle über den zweiten jener erwähnten Berge: „Der nächste Nachbar des Atacatzo gegen Süden ist der Corazon (4787 m), dessen Gipfel nach Humboldt's Messung eine Höhe von 14 840 Fuss erreicht und ewigen Schnee hat. Den Namen hat dieser Berg zweifelsohne von seiner Herzgestalt, die, besonders von der Ostseite betrachtet, auffällt. Er steht fast nach allen Seiten isolirt und hängt nur im Süden durch einen schmalen Höhenzug mit dem Fuss des Iliniza zusammen ..." Reiss[2]) berichtet uns: „Schon im Jahre 1870 hatte ich mit Dr. Stübel den Corazon besucht und die tiefe, in dessen Gipfel eingeschlossene Caldera bewundert; allein von dem damaligen Standpunkt aus war es uns nicht möglich gewesen, in die Vertiefung zu

---

[1]) M. Wagner: Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika. Stuttgart 1870. p. 466.

[2]) W. Reiss: Ueber eine Reise nach den Gebirgen des Iliniza und Corazon. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. 1873. Bd. 25 p. 71.

gelangen. Um diese Caldera zu erforschen, bestieg ich daher die südwestliche Seite des Corazon, von wo ich ohne besondere Mühe ihren Grund erreichte. Die Caldera, welche die tiefste von allen mir in Ecuador bekannten ist, wird von Felsenwänden umgeben, die wenigstens so steil wie die des Pichincha-Kraters sind."

Der dritte unserer Berge ist der Iliniza (5305 m). „Derselbe besteht," nach Reiss,[1]) „aus zwei deutlichen Spitzen. Die nördliche scheint die ältere zu sein, sodass die Ausbrüche des südlichen Gipfels zum grossen Theil den Südabhang des nördlichen zudeckten. Auf solche Weise entstand zwischen den beiden Spitzen eine Einsattlung, welche gegenwärtig der vom Südgipfel herabziehende Gletscher erfüllt. Diese Einsattlung, welche ziemlich breit ist, veranlasst, infolge der von Ost nach West gerichteten Abdachung, den Gletscher, gegen das obere Ende des Hondon de Cutucuchu herabzufliessen. Ein schmaler Grat, der zum Theil aus älteren Gesteinen (Cruzloma de Atatinqui, 4365 m) und zum Theil aus (jüngeren) vulkanischen Felsarten besteht, verbindet ihn mit dem Corazon, während nach Süden hin zwischen dem Iliniza und der alten Cordillere von Guangaje und Isinlivi die Ebene von Curiquingue (3551 m) sich erstreckt. Die ältere Formation, auf welcher die vulkanischen Massen des Iliniza aufruhen, bildet nach Westen hin die bewaldeten, die Flüsse Hatuncama und Toachi umschliessenden Bergrücken, unter denen der Cerro Azul besondere Erwähnung verdient. Der Nordgipfel des Iliniza besteht aus mächtigen Lavaströmen von sehr eigenthümlicher Zusammensetzung; dieselben erscheinen nicht als feste und krystallinische Felsarten, sondern als Breccien, d. h. es sind Agglomeratlaven oder Entaxite, während diejenigen des Südgipfels compact und deutlich krystallinisch sind. Als eine beachtenswerthe Thatsache kann ich anführen, dass mitten unter diesen wesentlich trachytischen Gesteinen auch Abarten vorkommen, die voll von Olivin sind. Kurz der Iliniza stellt sich als ein alter Vulkan dar, dessen ursprüngliche Gestaltung schon merklich unter dem Einfluss der wässerigen Niederschläge gelitten hat, obschon einige der jüngsten Laven einen derartigem Strome eigenthümlichen und charakteristischen Anblick gewähren. Das einzige Anzeichen von innerer Wärme dieses Gipfels verrathen vielleicht die Thermalquellen von Caricunucboquio und Guarmicunucboquio, welche an seinem Ostabhange an dem Ursprung des Rio Blanco zu Tage treten."

Die ferner hier interessirenden Erhebungen gehören der Hochebene von Ecuador an. Nach den Berichten von Reiss[2]) ist diese Hochebene „durch Ausfüllung des grossen

---

[1]) W. Reiss: ibid.

[2]) Ueber eine fossile Säugethier-Fauna von Punin bei Riobamba in Ecuador. Nach den Sammlungen von W. Reiss und A. Stübel bearbeitet von W. Branco. Mit einer geologischen Einleitung von W. Reiss. Dames und Kayser: Palaeontologische Abhandlungen Bd. I. 1883.

Thales zwischen der Ost- nnd West-Cordillere mit Laven und Tuffen und durch Erhebungen seines Bodens durch vulkanische Ansbrüche in der Einsenkung selbst entstanden . . ."

„Diese vulkanischen Ansbrüche," sagt Reiss, „bildeten kleine Ansbruchskegel. Ueberreste solcher kleinen Kegel, begraben unter Tuffen und Laven, sieht man nicht selten in den von den Wasserläufen gebildeten Durchschnitten . . . Grössere Anhäufungen dieser Art bildeten z. B. den Ilaló (3161 m) bei Quito und die Cerros de Chanpi (3997 m) auf der Wasserscheide zwischen dem Rio San Pedro und dem Rio Cutucuchi." Der Ilaló und die Cerros de Chanpi sind ebenfalls Fundpunkte für eine Anzahl von Handstücken der vorliegenden Sammlung. Ueber das Ilaló-Gebirge berichtet Reiss an derselben Stelle Folgendes: „Es ist eine domförmige Anhäufung vulkanischer Gesteinsmassen, deren Gipfel bei einer absoluten Höhe von 3161 m das umgebende Land um 600 bis 800 m überragt. Im Wesentlichen wird das Gebirge von übereinander gelagerten Lavaströmen aufgebaut. Aber trotzdem, dass seine ursprüngliche Form durch die zerstörende Wirkung der Gewässer schon einigermassen verändert ist, tiefe Thäler ausgegraben sind, von welchen das mittlere, bis zu den höchsten Gipfeln aufragende, calderaartige Form aufweist, sind doch nur wenige Aufschlüsse vorhanden: eine mächtige Schicht von gelbem Cangahua (d. i. neueste Schicht der vulkanischen Formationselemente) überzieht den ganzen Berg vom Fuss bis zur höchsten Spitze."

„Die Cerritos de Chaupí stellen," nach den Berichten von Reiss,[1] „ein vulkanisches Gebirge dar, das in jedem anderen Theile der Welt als ein hohes und grosses betrachtet werden würde. Beinahe von allen Seiten unterscheidet man drei Gipfel, die eine kleine Cordillere zu bilden scheinen, allein in Wirklichkeit sind sie nur die höchsten Punkte der Wand einer „„Hondon de San Diego"" genannten Caldera, die auf der Nordseite ausmündet, indem der Fluss von Curiquingue sich mit den Wassern vereinigt, die unter der Brücke von Jambelí durchfliessen. Die Ausbrüche, welche diesen Berg bildeten, verursachten gleichsam eine Vereinigung des Rumiñahui und Iliniza, indem sie auf solche Weise den Zusammenhang des tiefen Thales unterbrachen, das sich zwischen den beiden älteren Cordilleren hinzog und gegenwärtig von vulkanischen Auswurfsmassen erfüllt, die Hochebene von Machache und Latacunga darstellt . . ."

Endlich ist noch als Fundort einer Anzahl von Gesteinen unserer Sammlung der von der West-Cordillere nach Manabí führende Camino zu erwähnen.

Es lagen mir etwa 700 Handstücke vor. Von diesen wurden 320 Dünnschliffe angefertigt, an denen die mikroskopischen Untersuchungen vorgenommen wurden.

[1]) Reiss: Ueber eine Reise nach den Gebirgen des Iliniza und Corazon. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Band 25. 1873. p. 71 ff.

Die ersten petrographischen Untersuchungen an Gesteinsstücken von den vorhin beschriebenen Localitäten hat C. A. Gümbel[1]) unternommen. Die ihm vorgelegenen Exemplare sind von M. Wagner[2]) am Iliniza gesammelt worden. Das eine derselben stammt aus einer Höhe von 11 400 Fuss; eine nähere Bestimmung des Fundpunktes war nicht angegeben. Nach Gümbel's makroskopischer Beobachtung ist dieses Gestein ein Amphibol-Andesit. „Es ist von trachytischem Typus und mit grösseren Blasenräumen erfüllt. Die Wände dieser Höhlungen lassen zahlreiche Glasfäden bemerken. Hornblendenadeln sind sehr zahlreich und von schwärzlichgrüner Farbe.“ Die Analyse des Gesteins ergab nach Gümbel:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 62,60 |
| $Al_2O_3$ $Fe_2O_3$ $FeO$ | 26,00 |
| $CaO$ | 5,30 |
| $MgO$ | 1,10 |
| $K_2O$ | 0,70 |
| $Na_2O$ | 5,10 |
| Sa. | 100,80 |

Ein zweites von Gümbel untersuchtes Handstück ist von Wagner „als Gipfelgestein des grossen Doppelkegels des Vulkans Iliniza“ bezeichnet worden und zwar mit dem Vermerk, dass „der ganze östliche Gipfel des kolossalen Berges aus losen Trümmern dieser breccienähnlichen Gesteinsart besteht.“ Hierzu muss ich bemerken, dass die Reisenden übereinstimmend nur von einem nördlichen und südlichen Gipfel des Iliniza, nie aber von einem östlichen Gipfel berichten. Das fragliche Handstück nun zeigt nach Gümbel zweierlei Gesteinsmassen: „Ein hellgrauer, ziemlich dichter Theil besitzt ganz die Beschaffenheit der typischen Andentrachyte mit grösseren Plagioklaskrystallen und kleineren, schwärzlichen Hornblendenädelchen. Der zweite, porphyrartig ausgebildete Antheil besitzt eine sehr dichte, röthliche Grundmasse, in welcher neben Plagioklas- und Hornblendekryställchen auch Quarzkörnchen sich bemerkbar machen.“ Gümbel sagt: „Es ist nicht zweifelhaft, dass wir in letzterem ein jüngeres, quarzführendes Gestein vor uns haben, welches den typischen, grauen, körnigen Andentrachyt gangartig durchsetzt und wohl auch Brocken des letzteren in seiner Teigmasse aufgenommen hat.“

[1]) C. A. Gümbel: Nachträge zu den Mittheilungen über die Massengesteine von Uruguay und über einige süd- und mittelamerikanische sogenannte Andesite. Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der Akademie der Wissenschaften zu München. Bd. 11. 1881. p. 353.

[2]) M. Wagner: Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika. Stuttgart 1870.

Ein drittes Handstück entstammt der Umgebung des Iliniza und zwar einem anstehenden Gestein in der Hochebene von Tacunga auf der Nordwestseite des Berges. „Es ist porphyrartig, fast dicht, von weisslich grauer Farbe und mit nur in geringem Grade rauhen Bruchflächen. Grössere Plagioklase sind nur sehr spärlich, rundliche weingelbe Augitkörnchen dagegen reichlich eingemengt.“

Ausser diesen Untersuchungen von Gümbel liegen noch die Untersuchungen T. G. Bonney's[1]) an Gesteinen des Corazon und Iliniza vor. Diese Gesteine hat E. Whymper[2])[3]) gesammelt. Unter den 11 Handstücken vom Corazon stammen 10 von Geröllen, die auf dem Rücken des Berges zerstreut liegen, während eins von dem höchsten anstehenden Felsen herrührt. Das Letztere stellt ein schlackiges, dunkelgraues bis bräunliches Gestein dar. Unter dem Mikroskop zeigt es eine glasreiche, braune, fleckige Grundmasse mit zahlreichen, nadelförmigen, farblosen Kryställchen und Stellen von Opacit. Die Feldspath-Einsprenglinge sind ziemlich zahlreich. Der Schliff enthält einige wenige Körner eines pyroxenigen Minerals, das sich nicht bestimmt charakterisiren lässt.

Die 10 anderen Handstücke, welche an den verschiedensten Stellen gesammelt worden sind, sind graue Bimssteine, röthliche Schlacken, dunkle Gesteine von ziemlich glasigem Aussehen, fleckig aussehende Gesteine mit rauhem Bruch oder endlich dunkle Gesteine mit Neigung zur plattigen Absonderung. Die mikroskopische Untersuchung constatirt eine grosse Uebereinstimmung hinsichtlich der Grundmasse und der Mineralien. Aus Bonney's Untersuchungen geht hervor, dass der Corazon aus Augit-Andesit von gleichmässigem Habitus besteht. Der Hypersthen kann zuweilen den monoklinen Augit überwiegen.

Auch Gesteine des Iliniza hat Bonney beschrieben. Eines dieser Gesteine ist beim Aufstieg von Norden in 15 446 Fuss Höhe von Whymper selbst gesammelt worden. Das Gestein ist nach Bonney ziemlich grau, etwas blasig. Es zeigt Einsprenglinge von glasigem Feldspath und an einigen Stellen schwarzen Glimmer. Der Schliff zeigt durchsichtiges Glas mit Feldspathleistchen und Körnchen von Erz, durch welches bei geringer Vergrösserung das Gestein bräunlichgrau und feinkörnig aussieht. Die Feldspatheinsprenglinge sind zahlreich; Biotit- und Hornblende kommen weniger vor und sind braun; pyroxenige Einsprenglinge (monokliner Augit und Hypersthen), sowie Magnetitkrystalle sind zahlreich. Dazu kommen kleine, farblose Krystalle, welche Apatit

[1]) T. G. Bonney: Notes on the microscopic structure of some rocks from the Andes of Ecuador, collected by E. Whymper. N. II. Proceedings of the Royal Society of London. T. 37. 1884. p. 131.

[2]) E. Whymper: A journey among the great Andes of Ecuador. Proceedings of the Royal Society of London. T. III. 1881. p. 463.

[3]) E. Whymper: Expedition among the great Andes of Ecuador. Alpine Journal. T. X. 1882. p. 49.

sein mögen. Das Gestein ist also ein Amphibol-Pyroxen-Andesit mit Biotit und Hypersthen.

Ein anderes Gestein der erwähnten Whymper'schen Sammlung verdankt Whymper den Bemühungen seiner Begleiter, der Gebrüder L. und J. A. Carrel. Es stammt von den höchsten sichtbaren Felsen, der dicht am Gipfel ansteht. Das Gestein ist nach Bonney's Untersuchungen ein biotithaltiger Pyroxen-Andesit.

Hinsichtlich der sonstigen petrographischen Angaben verweise ich noch auf folgende Litteratur:


A. v. HUMBOLDT: *Geognostische und physikalische Beobachtungen über die Vulkane des Hochlandes von Quito. Kleinere Schriften. Stuttgart-Tübingen 1853.*

H. KARSTEN: *Ueber die Vulkane der Anden. Wien 1857.*

L. K. SCHMARDA: *Reise um die Erde in den Jahren 1853—57. Braunschweig 1861. Bd. 3. p. 223.*

A. v. HUMBOLDT: *Kosmos. Bd. 4. p. 293. 354. 483. 573. Bd. 5. p. 29. Stuttgart-Tübingen 1845—62.*

J. ORTON: *Geological notes on the Andes of Ecuador. American Journal of Science II. Serie. Bd. 47. 1869. p. 243.*

A. STÜBEL: *Skizzen aus Ecuador. Berlin 1886.*

T. WOLF: *Carta geológica del Ecuador. Leipzig 1892.*

T. WOLF: *Geografía y Geología del Ecuador. Leipzig 1892. p. 77. 84. 85. 258. 310.*

E. WHYMPER: *Travels among the great Andes of the Equator. London 1892.*

# Mineralogische und petrographische Untersuchungen.

## A. Alte Gesteine.

Von alten Gesteinen sind nur Porphyrite unter den gesammelten Stücken vorhanden, nnd zwar sind es theils Hornblende-, theils Glimmer-, theils Augitporphyrite. Alle diese Stücke sind qnarzführend. Während vom Iliniza nur Augitporphyrite stammen, sind am Camino de Manabí alle drei genannten Porphyrite vertreten. Insgesammt besteht die Suite der alten Gesteine aus 12 Handstücken von verschiedenem Habitus, von denen 5 zu den Hornblendeporphyriten, 3 zu den Glimmerporphyriten und 4 zu den Augitporphyriten zu zählen sind.

### *I. Hornblende- und Glimmerporphyrite.*

Die Gesteine dieser Gruppe sind makroskopisch den andesitischen Gesteinen sehr ähnlich. Erstere haben in hellgraner bis blaugraner, compacter Grundmasse viele, theils glänzende, theils getrübte, weissliche, manchmal gelblich geränderte Feldspatheinsprenglinge, selten von 8 mm Länge und 3 mm Breite, meist aber von geringeren Dimensionen. Dann trifft man in den hornblendeführenden Gesteinen viele, dunkle Leisten von Hornblende, jedoch in geringerer Zahl als die der Feldspäthe. Die Hornblenden sind von makroskopisch kaum wahrnehmbarer Grösse bis zn der von 5 mm Länge und 2 mm Breite. Die Glimmerporphyrite dieser Gruppe zeigen dunkle Schüppchen und Streifen von Biotit, zuweilen auch hexagonale Formen von ca. 2 mm Durchmesser. Quarz ist dem blossen Auge meist sichtbar und kommt in Körnern von 3 bis 4 mm Durchmesser vor.

Unter dem Mikroskop erkennt man, dass die Feldspatheinsprenglinge meist sehr verwittert sind, sodass sich die Grenzen der oft erscheinenden Albitlamellen stellenweise kaum erkennen lassen. Soweit die Durchschnitte noch deutlich sind, sieht man, dass der Feldspath tafelförmig nach $\infty P \breve{\infty} (010)$ ausgebildet ist. Schnitte nach dieser Fläche haben die Grenzen $0 P (001)$, $\infty{}'P (1\bar{1}0)$, $\infty P{}' (110)$ und $,P,\bar{\infty} (101)$. Zwillingslamellirung nach dem Albitgesetz scheint allgemein zu sein. Anch ein grosser Roc-Tourné-Zwilling ist beobachtet worden. Unter den Einschlüssen fallen an einer Stelle zwei sich unter ca. 52° krenzende Rutilnadeln auf. Dieselben bilden vielleicht einen Durchkreuznngszwilling nach $3 P \infty (301)$. Auf der Oberfläche zeigen viele Feldspatheinsprenglinge Bruchstellen, deren Lücken mit Mnscovit nnd Chlorit ausgefüllt sind. Viele Feldspäthe sind verwittert. Das Verwitterungsproduct ist zuweilen Kaolin, zuweilen Mnscovit oder anch Epidot.

Die Hornblendeeinsprenglinge erscheinen unter dem Mikroskop in wenig gut erhaltenen Krystallformen. Zwillinge nach $\infty P \bar{\infty} (100)$, sowie ein Durchkreuzungszwilling nach diesem Gesetz sind beobacbtet worden. Sehr häufig ist die Hornblende chloritisirt. Dabei hat sich anch Epidot gebildet. Ferner scheint der öfters auftretende Calcit durch Umwandlnng der Hornblende secundär entstanden zu sein. Dieser Calcit zeigt stellenweise dentliche Zwillingslamellen nach $-\frac{1}{2} R \pi (01\dot{1}2)$.

Augiteinsprenglinge trifft man in unseren Porphyriten selten an. Die gewöhnlich kleinen Augite sind nur mikroskopisch wahrzunehmen. Sie sind farblos und frisch. Es kommen sowobl der monokline als anch der rhombische Angit vor.

Die Biotiteinsprenglinge erscbeinen im Schliff brann und von kräftigem Pleochroismns auf Schnitten, welche die dentlichen Spaltrisse nach der Basis zeigen. Meistens ist aber der Biotit chloritisirt. Der so entstandene Chlorit zeigt ebenfalls Pleochroismus in hell- nnd dunkelgrünen Tönen. Von Einschlüssen dieses Chlorits sind Rntilnadeln zu beobachten, die sich wohl bei der Umwandlung des Biotits heransgebildet haben.

Die Qnarzeinsprenglinge der Porphyrite kann man oft schon ohne Lupe sehen. Die Dihexaederform der Qnarze erkennt man aber erst nnter dem Mikroskop. Sind die Kanten dieser Formen verrundet, so stecken die Qnarze oft in Aureolen, wie es anch in den Angitporphyriten und Daciten beobachtet wird. Hier und da haben jene Formen Einbuchtungen aufznweisen.

Zn den makroskopisch nicht erkennbaren Einsprenglingen gehört anch der Apatit. Im Schliff zeigt er sich in relativ recht grossen Krystallen von säulenförmiger Entwickelung.

**Zirkon** ist ebenfalls durch schöne Einsprenglinge von langgestreckter Form vertreten.

**Magnetit** ist in einigen Porphyriten spärlich, in andern reichlich vorhanden. Dem blossen Auge nicht sichtbar, erscheint er unter dem Mikroskop theils in Körnern, theils mit krystallographischen Grenzen. Zuweilen ist er randlich in Eisenoxydhydrat umgewandelt.

Die **Grundmasse** zeigt zwei verschiedene Ausbildungsweisen bei den vorliegenden Porphyriten. Einige dieser letzteren haben eine holokrystallin-körnige Grundmasse, deren Bestandtheile als Feldspath-, Quarz-, Chlorit-, Muscovit- und Epidottheilchen, sowie Erzpünktchen erkannt werden. Zuweilen erscheint diese Grundmasse fast nur wie ein Grus um die zahlreichen Einsprenglinge herum, ähnlich wie die Zertrümmerungszonen um die Einsprenglinge bei Kataklasstructur. Andere Porphyrite haben einen ganz anderen Habitus der Grundmasse aufzuweisen. Diese ist zwar holokrystallin, aber nicht körnig; sie besteht aus einem wirr gelagerten Filz von Feldspathleisten, die aber nicht zur deutlichen Ausbildung ihrer Formen gelangt sind, enthält aber auch ebendieselben Mineralbestandtheile wie die ersterwähnte Art von Grundmasse.

Wie schon erwähnt, stammen diese „eigentlichen" Porphyrite alle vom **Camino de Manabí**. Auf dem Wege von Garretas (2477 m) nach Canzacote (2005 m) zwischen Rio Silante und Puente San Lorenzo stösst man auf einen hellgrauen Quarzglimmerporphyrit mit gelblichgrauer, dünner Verwitterungsrinde. Ferner ist ein Quarzglimmerporphyrit auf derselben Strecke an der Brücke bei Naranjal (1787 m), Rio San Lorenzo anstehend. Der Schliff dieses Gesteins zeigt ausser den gewöhnlichen Einsprenglingen noch Augite, Apatite und Zirkone. Geht man auf dem eingeschlagenen Wege nach Manabí weiter, so findet man auf der Strecke von Canzacote nach San Florencio (1459 m) zunächst Gerölle aus dem Rio Yamboya. Dieselben sind Quarzhornblendeporphyrite von granitporphyrischem Aussehen. Von den Einsprenglingen hat nur die Hornblende makroskopisch deutliche Krystallformen. Mikroskopisch erkennt man auch in diesem Gestein Apatit- und Zirkoneinsprenglinge. Ein anderer Quarzhornblendeporphyrit ist makroskopisch nicht so deutlich als solcher charakterisirt wie der vorige. Die Angaben über die Fundstelle lassen nur erkennen, dass dieses Gestein auf dem Wege von Canzacote nach San Florencio gefunden worden ist. Die Grundmasse dieses Gesteins zeigt unter dem Mikroskop den an zweiter Stelle beschriebenen Habitus. Kleine und grosse Apatite, oft mit dem charakteristischen Querschnitt treten an vielen Stellen auf. Zwischen San Florencio und Pié del Cerro Guanaza (1245 m) trifft man wieder auf einen Quarzglimmerporphyrit von hellblaugrauer Farbe und mit recht grossen, weissen Feldspäthen, sowie zuweilen hexagonal gestalteten Biotitblättchen. An derselben

Stelle ist ferner noch ein blaugrauer Quarzhornblendeporphyrit gefunden worden, der als Geröll am Berge Pilaton sehr verbreitet ist. Das Gestein ist, wie der Schliff zeigt, stark von Calcit durchdrungen, welcher sich durch die bekannte Zwillingslamellirung nach $-\frac{1}{2} R \pi (01\bar{1}2)$ auszeichnet.

## *II. Augitporphyrite.*

Die wenigen Augitporphyrite unserer Sammlung stammen von der Nordostseite des Iliniza (Cruzloma de Atatinqui, 4365 m) und von dem grossen Derumbo gegenüber San Florencio am Camino de Manabi. Sie haben ein dunkelgraues bis grünliches Aussehen; in ihrer dichten Grundmasse lagern die zahlreichen kleinen, bis 2 mm grossen, selten grösseren Einsprenglinge von Feldspath von weisslicher oder matt grünlichblauer Farbe. Die an Zahl bedeutend geringeren Augite sind meist Häufchen ohne krystallographische Umgrenzung und von etwa 3 mm Durchmesser; sie sind dunkelgrün und glänzend.

U. d. M.[1] zeigen diese Augitporphyrite grosse Aehnlichkeit mit den Charakteren der Andesite. So wiederholen sich bei ersteren diejenigen Erscheinungen, die wir hinsichtlich der Zahl, Form, Zwillingsbildung und Zonenstructur der Feldspatheinsprenglinge in den Andesiten beobachten. Die beobachteten Auslöschungsschiefen der Feldspäthe in den Augitporphyriten zur Kante nach 0 P (001) waren bei vier Einsprenglingen desselben Gesteins am Rande stets 0° und im Kern — 7° resp. — 18° resp. — 25° resp. — 40°. In dem zweiten dieser erwähnten Fälle nahm die Schiefe von der Mitte bis fast zum Rande allmählich ab; in dem ersten Fall wiederholten sich in den deutlich abwechselnden Zonen bestimmte und verschiedene Schiefen; nur der Rand hatte, wie gesagt, orientirte Auslöschung.

Stellenweise ist der Feldspath verwittert.

Auch hinsichtlich der Formen der Augiteinsprenglinge ist hier dasselbe zu bemerken wie bei den Andesiten. Von Zwillingsbildungen des monoklinen Augits werden solche nach $\infty P \bar{\infty} (100)$ beobachtet. Ausserdem findet man sich schräg durchkreuzende Leisten rhombischen Augits. Verwachsungen monokliner Augite mit rhombischen werden häufig angetroffen. An einer Stelle zeigt der monokline Augit Sanduhrstructur. Nicht selten findet man undulöse Auslöschung bei langgestreckten Formen derselben Augitvarietät. Während der monokline Augit noch frisch ist, hat der rhombische sich hier und da zu grüner oder gelber Serpentinsubstanz umgewandelt. Diese

[1] U. d. M. = Unter dem Mikroskop.

Serpentinisirung hat sich oft über den ganzen Krystall verbreitet; oft anch ist ein Theil des letzteren noch frisch, während in dem übrigen Theil gelbe nnd grüne Partien mit einander abwechseln oder nur grüner Serpentin sich gebildet hat. Vielfach sind die krystallographischen Grenzen des so nmgewandelten rhombischen Angits nicht mehr wahrzunehmen. Der grüne Serpentin ist lebhaft pleochroitisch: blaugrün, wenn die Längserstreckung der Einsprenglinge senkrecht zur Polarisationsebene des unteren Nicols ist; hellgrün, wenn parallel. Diese Umbildnngen des Augits löschen mit dem rhombischen Angit zugleich aus.

Quarzeinsprenglinge sieht man mit blossem Auge nicht, wohl aber mikroskopisch. Sie treten nicht häufig auf und sind verrundete Dihexaeder innerhalb von Quarzaureolen.

Der Magnetit ist bei den Angitporphyriten sehr verbreitet, am Gesteinshandstück freilich nicht sichtbar. Im Schliff erscheint er meist regellos geformt, selten in Formen von Dreiecken und Vierecken.

Die Grundmasse ist besonders feldspathreich. Sie besteht entweder aus einem Filz von Feldspathleisten und -Tafeln, Augitnadeln und Angit- und Erztheilchen von unbestimmten Formen; oder es tritt die Leistenform mehr zurück, sodass sich die Grundmasse dem holokrystallin-körnigen resp. kryptokrystallinen Habitus nähert.

## B. Junge Gesteine.

Die jungen Gesteine bilden die Hauptmasse dieser Sammlung. Sie sind insgesammt andesitische, und zwar grösstentheils qnarzfreie Gesteine. Doch findet sich ein grösserer oder geringerer Qnarzgehalt in manchen Gesteinen des Iliniza und Atacatzo, sodass eine, wenn auch nicht grosse Zahl den Daciten zugerechnet werden muss. Aber die ganze folgende Betrachtnng lehrt, dass diese Dacite nach der Beschaffenheit der Einsprenglinge nnd der der Grundmasse besser als qnarzführende Andesite bezeichnet werden. Dieselben scheinen vereinzelt an verschiedenen Punkten jener Berge vorzukommen, da sie mitten zwischen qnarzfreien Andesiten, beispielsweise zwischen Nord- und Südgipfel des Iliniza, dann anch auf der Nordwest-, West- nnd Ostseite desselben Berges gefunden werden.

Von den qnarzfreien Andesiten sind die Pyroxen-Andesite am Ilaló ausschliesslich vertreten; vom Atacatzo, Corazon und Iliniza stammt auch eine beträchtliche Zahl hornblendeführender Andesite, die selten pyroxenfrei sind.

## *I. Die andesitischen Gesteine.*

Diese andesitischen Gesteine zeigen bei makroskopischer Betrachtung eine verschiedenartig gefärbte Grundmasse, meist mit mehr oder weniger deutlichen Einsprenglingen. Die Augit-Andesite sind im Allgemeinen dunkler als die andern Gesteine dieser Gruppe. Doch giebt es auch hellere Augit-Andesite, besonders am Iliniza; unter diesen erscheinen z. B. lichtgraue, gelblichgraue und röthlichgraue an den verschiedensten Fundpunkten neben ziegelrothen und dunklen Varietäten.

Ausser Gesteinen von compacter Beschaffenheit sieht man oft erdige, zuweilen poröse Gesteine, nicht selten von verwittertem Aussehen. Bimssteine sind häufig und führen immer Hornblende. Wenige Handstücke zeigen makroskopisch ein glasiges Aussehen. Sogenannte Eutaxite hat die Sammlung in beträchtlicher Zahl aufzuweisen.

Die Feldspatheinsprenglinge sind meist deutlich mit blossem Auge zu erkennen und sehr zahlreich. In wenigen dunklen Gesteinen aber sind sie kaum makroskopisch sichtbar. Neben Feldspäthen findet man vielfach dunkle, schmale Hornblendekrystalle, dann Augite in kleinen Leisten oder Häufchen von dunkelgrüner Farbe, selten jedoch gelbe Olivine.

### a. Die Einsprenglinge.

Von allen Einsprenglingen der Andesite und Dacite sind die **Feldspäthe** am reichlichsten vertreten. Ihre Grösse variirt von kaum mit dem blossen Auge wahrnehmbaren Dimensionen bis zu solchen von 10 mm Länge und 5 mm Breite. Vorwiegend mittlere und grosse Feldspäthe fallen bei röthlichgrauen Gesteinen, z. B. einigen Geröllen aus dem Rio Blanco bei Teneria de Ordoño (3605 m; O. S. O. des Iliniza), auf; vereinzelt kommen die grossen Einsprenglinge auch in anderen Handstücken vor, die vom Iliniza, Corazon und Atacatzo stammen; sie liegen dann gewöhnlich zwischen einer Menge kleiner und mittelgrosser Feldspäthe. Die Gesteine des Ilaló hingegen sind durch recht kleine Feldspatheinsprenglinge ausgezeichnet.

Die makroskopisch erkennbaren Einsprenglinge des Feldspaths sind in ihren Durchschnitten meist leistenförmig. Stellenweise fällt die Zwillingslamellirung nach dem Albitgesetz schon dem unbewaffneten Auge auf. In einigen Augit-Andesiten, die beim Anstieg von Alangasí (2587 m) auf das Ilaló-Gebirge gefunden worden, zeigt der Feldspath schon makroskopisch Zonenstructur.

Die Feldspatheinsprenglinge haben bei Betrachtung mit blossem Auge nicht immer ein frisches, glänzendes Aussehen, sondern sind oft matt, besonders in den gelblichgrauen und röthlichen Andesiten.

Die mikroskopische Betrachtung der Feldspäthe bestätigt, dass die Zahl ihrer Einsprenglinge diejenige aller anderen Mineralien überwiegt und dass die Grösse der ersteren eine sehr variirende ist. Schnitte nach $\infty P \breve{\infty} (010)$ zeigen öfters Grenzkanten, die auf die Flächen $0 P (001)$, $,P,\bar{\infty} (\bar{1}01)$, $2 ,P,\bar{\infty} (201)$, $\infty P', (110)$ und $\infty ,'P (1\bar{1}0)$ hinweisen. Zertrümmerte Formen sind nicht selten, besonders dort, wo die Fluidalstructur der Grundmasse auf eine heftige Bewegung des Magmas kurz vor der Verfestigung schliessen lässt. Als Beleg hierfür verweise ich auf einen dunkelgrauen Amphibol-Pyroxen-Andesit von der Quebrada Cnnucboquio in 4155 m Höhe (S. O. des S.-Iliniza). Die in Schliffen angetroffenen Zwillingslamellen des Feldspaths nach dem Albitgesetz charakterisiren diesen als von trikliner Art. Desgleichen finden sich, wenn auch nicht so allgemein, Periklinlamellen, die jene Albitlamellen durchsetzen. Nicht selten findet man Durchkreuzungszwillinge nach dem Albitgesetz, sogenannte Roc-Tourné-Zwillinge, z. B. in einem Gestein von der nördlichen Felsleiste bei Rumicruz in 4400 m Höhe (N. des N.-Iliniza); dann in einer Lava, die nach Cntucnchu (4378 m) herabgestürzt ist (S. W. des N.-Iliniza). Noch häufiger als diese Zwillinge sind die schrägen Durchkreuzungen von Feldspathleisten.

Eine immer wiederkehrende Erscheinung an Feldspatheinsprenglingen unserer Gesteine ist die Zonenstructur. Es gilt hier dasselbe über die Feldspathnatur des Kernes und der einzelnen Zonen, was Herz[1]) ausführlich mitgetheilt hat. Anch bei den vorliegenden Andesiten zeigen die Feldspäthe einen sehr basischen Kern, der von mehreren Zonen nmgeben ist. Innerhalb jeder derselben zeigt sich, soweit sie genügend breite Flächen für eine Beobachtung darbieten, meist keine einheitliche Auslöschung; dieselbe ist nach dem Centrum hin am grössten und nimmt nach aussen zu allmählich ab. In vielen Fällen wiederholen Zone auf Zone in demselben Durchschnitt dieselben Grössen der Anslöschungsschiefe. Die Auslöschung des Kernes ist gewöhnlich eine einheitliche. Die Grösse ihrer Schiefe ist aber bei den verschiedenen Feldspäthen sehr schwankend. Es werden Fälle beobachtet, wo die Auslöschnngsschiefe im Kern ca. $-30^\circ$ resp. $-20^\circ$ resp. $-15^\circ$ beträgt. Jedoch muss erwähnt werden, dass wohl nicht immer der wirkliche Kern des Krystalls im Schnitt getroffen ist, die beobachteten Erscheinungen daher keine sicheren Schlüsse auf die Art des Feldspaths im Kern znlassen, worauf Herz besonders aufmerksam gemacht hat. Wohl aber gestattet die Beobachtnng der Schiefen innerhalb der Zonen sichere Anfschlüsse über die Feldspathnatnr der Zonen. Die nach dem Centrum gelegenen Partien derselben haben selten Schiefen, welche $-20^\circ$ übersteigen; ebenso wie die äusseren Zonenpartien höchstens

[1]) R. Herz: Pululagua bis Guagua-Pichincha. p. 101.

an 0° heranreichen. Daraus darf man folgern, dass der Feldspath der Zonen den Gliedern der Reihe Labrador bis Oligoklas angehört.

Was die Spaltbarkeit der Feldspatheinsprenglinge angeht, so ist diejenige nach der Basis, sowie diejenige nach dem seitlichen Pinakoid in dünnen Schliffen gut ausgeprägt; besonders aber fallen die groben, vereinzelten Spaltrisse nach den Prismenflächen in die Augen.

Als spät aus dem Magma ausgeschiedenes Mineral hat der Feldspath vor ihm schon fertiggebildete Mineralien oft eingeschlossen. Daher finden wir in ihm Einschlüsse von Magnetit, Apatit, Hornblende und Augit, mit welchen Mineralien er auch gern zu Nestern zusammentritt. Die am häufigsten vorkommenden Einschlüsse aber bestehen aus Glas bezw. den mikrolithischen Entglasungsproducten desselben; oft finden wir diese Einschlüsse am Rande, die scharfen Grenzen der Krystalle begleitend, dort aber noch einen freien Saum übrig lassend; oft nimmt das Glas als grosser Complex die Mitte des Feldspathkrystalls ein; zuweilen sind diese Einschlüsse in zonarer Anordnung im Krystall vertheilt.

Im Allgemeinen ist der Feldspath mikroskopisch von frischem Aussehen. Eine Ausnahme hiervon finden wir in Gesteinen vom Ilaló. Einige derselben haben nämlich opalisirten Feldspath. Die Opalisirung scheint in den verschiedenen Zonen und in den verschiedenen Theilen einer Zone in verschiedenem Grade vor sich gegangen zu sein. Stellenweise sieht man nämlich Feldspathkrystalle, in denen theilweise opalisirte Zonen mit intakt gebliebenen abwechseln, Fig. 1. Einzelne Stellen der ersteren sind meist durch Lücken unterbrochen; man darf wohl vermuthen, dass hier opalisirter Feldspath beim Schleifen ausgesprungen ist. Die opalisirten Stellen heben sich so kräftig von den intakt gebliebenen besonders durch ihre schmutziggelbliche Farbe ab, dass, wie schon erwähnt wurde, eine selbst makroskopisch sichtbare Zonenstructur erscheint. Auch fallen die opalisirten Feldspäthe makroskopisch durch eine eigenthümlich matte, milchigweisse Farbe auf. Die Beobachtung dieser Einsprenglinge u. d. M. ergab ferner, dass die opalisirten Stellen aus dem nach dem Centrum gelegenen Theil der Zonen, also dem mehr basischen Feldspath entstanden sind, Fig. 2. Stellenweise ist der ganze Kern opalisirt, mithin auch hierdurch bekräftigt, dass der basischere Feldspath angreifbarer ist als der Kieselsäure-reichere.[1]) Die Opalsubstanz nun wirkt in nur sehr geringem Masse auf das polarisirte Licht. Die Betrachtung mit dem Gypsblättchen vom Roth 1. Ordnung lässt eine unregelmässige, streifen- und punktförmige Vertheilung gelber bez. blauer

[1]) Reiss und Stübel: Reisen in Süd-Amerika. Geologische Studien in der Republik Colombia. I. Petrographie. 1. Die vulkanischen Gesteine bearbeitet von Rich. Küch. Berlin 1892. p. 31.

Stellen in der Opalsnbstanz erkennen. Um letztere noch auf chemischem Wege nachzuweisen, wurde ein Theil des Gesteins, das besonders reich an Feldspatheinsprenglingen war, gepulvert und mit Natronlange gekocht. Dann wurde die Flüssigkeit nach dem Kochen abfiltrirt und einem Theile des Filtrats verdünnte Salzsäure zugefügt. Es entstand ein Niederschlag, der sich bei Ueberschnss von Salzsäure wieder auflöste und erst dann wieder erschien, als der sauren Lösnng vom anderen Theil des ursprünglichen Filtrats bis zur Nentralisation zugefügt wurde. Der bedentende Niederschlag war gelatinös und bekundete somit die Anwesenheit von Opal im untersuchten Gestein. Von dem erwähnten Niederschlag wurdo noch oin Theil zur Herstellung eines Kieselskelets in der Phosphorsalzperle verwandt.

Die Angiteinsprenglinge erscheinen makroskopisch gewöhnlich dunkelgrün, meist glänzend, selten matt, kaum über 4 mm Durchmesser, leistenförmig oder in kleinen Haufen. Am dentlichsten sind die Leisten in den hellen Gesteinen zu erkennen. U. d. M. erweisen sich die Angiteinsprenglinge als solche von monokliner und von rhombischer Art. Die beobachteten Schnitte des monoklinen Angits sind im Allgemeinen nicht so langgestreckt wie die des rhombischen. Die moisten Schnitte denten auf säulenförmige Ausbildung. Die terminalen Grenzen gewisser langgestreckter Formen weisen auf $0 P (001)$ nnd $P (\bar{1}11)$ bez. domatische Flächen hin, während die zugehörigen Seitenkanten der Schnitte $\infty P \bar{\infty} (100)$, $\infty P (110)$, $\infty P \breve{\infty}$ resp. $\infty P \grave{\infty} (010)$ als Grenzen andenten. Die langgestreckten Formen der rhombischen Varietät sind durch Querrisso parallel zu $0 P (001)$ ausgezeichnet. — Zwillinge nach $\infty P \bar{\infty} (100)$ sind beim monoklinen Angit häufig; nicht selten finden sich Durchkreuzungszwillinge nach diesem Gesetz, Fig. 3. In manchen der vorliegenden Gesteine findet man ferner des öfteren, dass sich zwei leistenförmige Zwillinge nach $\infty P \bar{\infty} (100)$ schräg oder qner dnrchsetzen. In zwei besonders günstigen Fällen ist es mir gelungen, die Gesetzmässigkeiten aufzufinden, wonach solche nenen Zwillingsbildungen vor sich gehen können.

Den ersten Fall zeigt ein Schliff einer granen Schlacke, die auf Rumicruz in 4400 m Höhe (N. des N.-Iliniza) angetroffen wird. Die beiden Leisten, die sich unter einem Winkel von ca. 60° resp. 120° durchkreuzen, sind nach dem seitlichen Pinakoid getroffen, woranf die grossen, symmetrisch zur Zwillingsgrenze nach $\infty P \bar{\infty} (100)$ liegenden Anslöschungsschiefen von ca. 45° znr $c$-Axe schliessen lassen, Fig. 4 u. 5. Die eine dieser Leisten $AA$ ist ein Durchkreuzungszwilling nach $\infty P \bar{\infty} (100)$. Die Basisflächen an jedem Ende dieser Leiste würden, wenn sie ansgebildet wären, einen einspringenden Winkel mit einander bilden, wie sich ans den Richtungen der grössten nnd kleinsten Elasticität ergiebt. Die andere Leiste $BB$ ist ein einfacher Zwilling nach $\infty P \bar{\infty} (100)$. Unter

Berücksichtigung der Bezeichnungen in der Figur 5 können nun zwei Annahmen gemacht werden:

1. Die Zwillingsebenen machen mit der $c$-Axe einen Winkel von ca. 60°. Alsdann sind I und IV verzwillingt nach dem Gesetz

„Zwillingsebene das Orthodoma $-\frac{1}{2} P \bar{\infty} (102)$“

und II und III verzwillingt nach dem Gesetz

„Zwillingsebene das Orthodoma $+\frac{3}{2} P \bar{\infty} (\bar{3}02)$“.

2. Die Zwillingsebenen machen mit der $c$-Axe einen Winkel von ca. 30°. Alsdann sind I und IV verzwillingt nach dem Gesetz

„Zwillingsebene das Orthodoma $+\frac{18}{5} P \infty (\overline{18}.0.5)$“

und II und III verzwillingt nach dem Gesetz

„Zwillingsebene das Orthodoma $-\frac{13}{5} P \bar{\infty} (13.0.5)$“.

Die Complicirtheit dieser letzteren Zahlenverhältnisse macht es wahrscheinlich, dass die zweite Annahme nicht die richtige ist, die vorliegenden Zwillingsbildungen mithin solche nach $-\frac{1}{2} P \bar{\infty} (102)$ bez. $\frac{3}{2} P \bar{\infty} (\bar{3}02)$ sind. Diese Flächen sind auch nach Alexander Schmidt[1]) als Krystallflächen am monoklinen Pyroxen beobachtet worden.

Ergänzend ist nun zu bemerken, dass die Rechnung nicht genau jene Zahlenwerthe $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{2}$ ergiebt, sondern nur annähernd, nämlich 0,524986 und 1,53537. Unter Berücksichtigung der Werthe $\frac{1}{2}$ bez. $\frac{3}{2}$ ergiebt sich aber, dass die Zwillingsebenen mit der $c$-Axe einen Winkel von 60° 36′ 20″ bez. 60° 51′ 34″ bilden müssen; diese Abweichung von der beobachteten Neigung von 60° ist jedoch so gering, dass sie bei der geringen Grösse des Zwillings im Schliff nicht erkannt wurde.

Die zweite Art der angedeuteten Verzwillingungen findet sich in einem Schliff einer rothen Lava von der Schneegrenze des Hondon de Cutucuchu (N. W. des S.-Iliniza). In diesem Schliff ist ein Krystall $AA$ von einem andern $BB$ unter ca. 90° quer durchsetzt, Fig. 6 u. 7. Beide sind nach dem seitlichen Pinakoid getroffen. Darauf deuten die

[1]) Alex. Schmidt: Daten zur genauen Kenntniss einiger Mineralien der Pyroxengruppe. Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie von P. Groth. Bd. 21. Leipzig 1892. p. 53. [Zusammenstellung der an dem monoklinen Pyroxen beobachteten Formen. Hier unter anderen $f = -\frac{1}{2} P \bar{\infty} (102)$

$Y = \frac{3}{2} P \bar{\infty} (\bar{3}02)$].

hohen Auslöschungsschiefen und der Anstritt eines, wenn auch nicht distincten, centrischen Curvensystemes ohne Axen im convergenten polarisirten Licht. Nun bildet jeder von beiden Krystallen für sich einen Durchkreuzungszwilling nach $\infty P \bar{\infty}$ (100). Alle Individnen löschen gleichzeitig aus. Die Anslöschungsschiefe beträgt 45° gegen die Richtung der *c*-Axe bei allen Individuen. Aus der Richtung der grössten und kleinsten Elasticität lässt sich die Lage der Basisflächen, die hier nicht entwickelt sind, bestimmen. Dieselben würden an den Enden jeder Zwillingsleiste einspringende Winkel mit einander bilden. Bezeichnet man nun die Individuen der Leiste *AA* mit I l resp. I r und II l resp. II r, die Individuen der Leiste *BB* mit III l bezw. III r, IV l bezw. IV r, wie es die Figur 7 andeutet, so stehen

I l und IV r,
II l und III l,
I r und IV l,
II r und III r

in Zwillingsstellung zu einander. Nimmt man ein positives Orthodoma als Zwillingsebene an, so würde dieses wohl das Zeichen $\frac{9}{4} P \bar{\infty}$ (904) erhalten; betrachtet man ein negatives Orthodoma als Zwillingsebene, so dürfte diesem das Zeichen $-\frac{5}{4} P \bar{\infty}$ (504) zukommen. Die Rechnung ergiebt nur annähernd diese Werthe, nämlich 2,28951 statt $\frac{9}{4}$ und 1,279126 statt $\frac{5}{4}$. Unter Berücksichtigung der Werthe $\frac{9}{4}$ bez. $\frac{5}{4}$ ergiebt sich, dass die Neigung der Zwillingsebene gegen die *c*-Axe 45° 38′ 30″ bez. 45° 28′ 18″ beträgt. Diese Winkel differiren also anch so wenig von dem beobachteten, dass die Differenzen bei der Messung im Dünnschliff nicht erkannt werden konnten.

Noch mehr als der monokline Angit bietet der rhombische eine Menge von Formen dar, die auf Zwillingsbildung nach Domen- oder Pyramidenflächen schliessen lassen. Nach den Messungen betragen die Winkel, unter denen die Längserstreckungen der Individuen der Zwillinge im Schliff zu einander geneigt sind, zumeist 60°; andere Messungen ergaben anch 40°, 70° und 100°. In einigen Fällen verzwillingt sich das eine Individuum eines Zwillings nochmals mit einem dritten und dieses mit einem vierten. In anderen Fällen ist ein Individuum zugleich mit mehreren anderen, wahrscheinlich nach verschiedenen Domen- oder Pyramidenflächen verzwillingt.

Im polarisirten Licht erkennt man bei beiden Augiten ein hohes Relief, beim rhombischen zugleich dentlichen Pleochroismns: Ist seine Längserstreckung parallel der Polarisationsebene des unteren Nikols, so ist der Krystall rosa, senkrecht zu jener Stellnng mattgrün gefärbt.

Der monokline Augit ist zuweilen durch undulöse Auslöschung ausgezeichnet, die zumeist wohl nicht auf ursprüngliche Wachsthumsformen, sondern auf Biegung durch Druck zurückzuführen ist. Solche Erscheinungen zeigen z. B. die Schliffe von Daciten vou Huertasacha in 4344 m Höhe (O. des Iliniza), von Amphibol-Pyroxen-Andesiten von der nördlichen Thalwand der Cntncnchu (W. des Iliniza) und von Geröllblöcken aus dem Rio Blauco (S. W. des Iliniza).[1]

Wie schon in der Beschreibung vieler Andesite und Dacite vermerkt worden ist, gehen beide Augite gern Verwachsungen mit einander ein. Diese Erscheinung zeigt sich in den vorliegenden Gesteinen in derselben Weise, wie sie z. B. Herz[2] ausführlich besprochen hat. Eine wohl recht selten vorkommende Verwachsung zeigt ein Schliff eines Augit-Andesits von der Ostseite der Einsenkungsmulde, welche vom niedersten Punkt der Nordwestcaldera-Umwallung des Corazou nach Sigsipamba herabzieht (N. des Corazou). In diesem Schliff ist an einer Stelle der Hypersthen in seiner Längserstreckung rahmenartig vou monoklinem Augit umwachsen.

Ferner haben beide Angite zuweilen die Eigenthümlichkeit, dass sie sich in Nädelcheu in grosser Menge fast parallel der Längsrichtung nehen einander lagern, eine Erscheinung, wie wir sie z. B. in einem Pyroxen-Andesit vou Rumicruz in 4440 m Höhe (N. des N.-Iliniza) antreffeu. Als Einschlüsse des Augits erkennt man meistens Glas und Erz, im Hyperstheu auch noch Hornblende. Einbuchtungen sind selteu.

Concretionsbildungen von Augitnadeln finden sich z. B. in einem Amphibol-Pyroxen-Andesit vom Gipfel des Cerro Tisisiche in 4241 m Höhe (S. W. des S.-Iliniza). Diese Erscheinung ist jedoch selten. Ebenso selten findet man Augitnädelchen als Auskleidnng der Wände von Hohlräumen, wie dies z. B. in einem Gestein von demselben Fundpunkt angetroffen wird.

Der monokline Augit zeigt weniger Umwandlnngen als der rhombische. Zuweilen ist das Umwandlungsproduct gelblicher Serpentin mit randlicher Ausscheidung von Erz. Ein Beispiel hierfür bietet ein Schliff eines Gesteins von der niedersten Stelle des Calderawalles des Corazon, Fig. 9. Ferner erscheint der Augit oft mit einem hraunen Rand von Eisenhydroxyd oder ist, wie es scheint, sogar vollständig in diese Substanz umgewandelt.

Die Horublendeeinsprenglinge sind gewöhnlich grösser als die der Augite; makroskopisch sind sie oft gut zu sehen, besonders da sie ganz schwarz oder hraun-

[1]) Diese Biegung erslreckt sich auch anf einen mit dem monoklinen Augit verwachsenen Hypersthen in einem Gesteinsslück, welches am Fusse des Ilaló, bei Alangasí, in Gemeinschaft mit den von der Ost-Cordillere (Guamaní) hierher verschlepplen Ohsidianen gefunden wurde. Wie die Verwachsnng im Schliff zeigt, besteht der rhombische Augit aus zwei sich nach der Mitte des monoklinen Augits auskeilenden Streifen. Fig. 8.

[2]) Rich. Herz: Pululagua bis Guagua-Pichincha p. 113.

schwarz erscheinen. Unter dem Mikroskop heben sie sich sowohl durch ihre Form als durch ihren Pleochroismns von den Augiten ab. Bezüglich der auftretenden Formen verweise ich auf das bei Herz[1]) Erwähnte unter Hinzufügung des Folgenden: In Gesteinen mit fluidaler Grundmasse findet man zuweilen lange sehr schmale, rechteckige Leisten nach dem seitlichen Pinakoid. Diese Formen trifft man z. B. in einem Eutaxit, der als loser Block bei Chanpi angetroffen wurde. In ebensolchen Gesteinen desselben Fundortes zeigt sich die Hornblende manchmal gebogen und dann mit undulöser Auslöschung. In viel häufigeren Fällen erscheinen die Hornblenden zertrümmert, oft auch verrundet. Eine sonderbare Erscheinung ist eine derartige Lagerung von krystallographisch wohlgebildeten Hornblendeeinsprenglingen aneinander, wie sie in der Figur 10 abgebildet ist. Sie wird z. B. in einem Amphibol-Andesit von Hacienda Chaupi (N. O. des Iliniza) angetroffen, Fig. 10. Es liegt hier wohl unregelmässige Verwachsung vor. In demselben Gestein findet man auch unregelmässige Verwachsungen von Hornblende mit Feldspath. Verwachsungen von Hornblende mit Hypersthen zeigt z. B. ein Andesit von der Quebrada Cunucboquio in 4155 m Höhe (S. O. des S.-Iliniza), wo anch ein Geröll gefunden wurde, dessen vorliegender Schliff Verwachsung von Hornblende und Augit aufweist. Einschlüsse in der Hornblende sind Glasstäbchen, Glaseier und Magnetitkrystalle.

Der Farbe nach sind zwei Arten von Hornblende vertreten, die grüne und die rothbraune. Letztere zeigt u. d. M. ohne oberes Nikol grünlich hellbraune Farbe, wenn die Längserstreckung parallel der Polarisationsebene des unteren Nikols ist; rothbraune Farbe, wenn dieselbe Erstreckung senkrecht zu jener Polarisationsebene steht. Die andere Art ist in der ersterwähnten Stellung hellgrün, senkrecht dazu dunkelgrün. Die Auslöschungsschiefe der rothbraunen Hornblende ist geringer als die der grünen.[2]) Zuweilen, aber selten, werden beide Varietäten in demselben Gestein angetroffen; als Beispiel erwähne ich ein Gestein aus dem Schutt der Schneegrenze bei Milin in 4700 m Höhe (N. des S.-Iliniza). Noch seltener sind in ein und demselben Einsprengling neben grüner Hornblende rothe Partien zu finden, z. B. in einem Block von Hacienda Chaupi in 3365 m Höhe (N. des Iliniza). Wohl aber finden sich häufige Beispiele, wo die Farbentöne der Hornblende zwischen grün und rothbraun liegen. Diese Eigenthümlichkeiten der Hornblende veranlassten mich, die Glühversuche Belowsky's[2]) an der grünen Hornblende zu wiederholen. Ein Schliff eines solchen Krystalls nach dem seitlichen Pinakoid zeigte vor dem Glühen 12° Auslöschungsschiefe zur Projection der $c$-Axe, nach dem Glühen von 10 Minuten in einer Platinschale war die grüne Hornblende

[1]) Rich. Herz: ib. p. 115.
[2]) M. Belowsky: Tulcan bis Escaleras-Berge p. 37.

schon so umgewandelt, dass sie fast den Pleochroismus der rothbraunen hatte und nur eine Anslöschungsschiefe von 9° aufwies. Nach längerem Glühen nahm diese Schiefe noch mehr ab. Es ist also wohl zweifellos, dass die rothbraune Hornblende aus der grünen durch einen secundären Erhitzungsprocess entstanden ist, der selbst wohl durch äussere Umstände bedingt war. Sehr oft ist die rothbraune Hornblende von einem dunklen Rand von opacitischer Substanz umgeben oder ganz zu Opacit geworden. Dieses Umwandlungsproduct kann dann weiterhin durch Verwitterungsprocesse sich verändern und erscheint dann röthlich gefärbt. Deutlichere Umwandlungsproducte an den Rändern der Hornblendekrystalle erweisen sich oft als Magnetit- und Augitkrystalle. Ist die so veränderte Hornblende ein Zwilling nach $\infty P \bar{\infty}$ (100), so wird zuweilen beobachtet, dass die entstandenen Augitkrystalle symmetrisch zur Zwillingsebene auslöschen.

Auch die Untersuchung der vorliegenden Andesgesteine bestätigt, dass in Bimssteinen jene Umwandlungen der Hornblende fehlen.[1])

Die Quarzeinsprenglinge sind wegen ihrer geringen Grösse mit blossem Auge nicht zu erkennen. Die Betrachtung u. d. M. zeigt die Quarze in öfters verrundeten rhombischen Durchschnitten parallel zur $c$-Axe, Schnitte, welche auf die Dihexaederform der betreffenden Individuen schliessen lassen. Sie erscheinen, ähnlich wie es bei Quarzporphyren hin und wieder zu beobachten ist, von einer gleichzeitig mit dem Quarzkern auslöschenden Aureole umgeben, welche sich pseudopodienartig in die Grundmasse erstreckt und unregelmässig verliert, Fig. 11. Diese Höfe sind ihrer ganzen Erscheinung nach als Quarz anzusehen. In einem gelblichen Bimsstein aus dem Calderagrund des Atacatzo, sowie in einem glasigen Lavablock von derselben Fundstelle ist der Quarz von einem Augitkranz umgeben, ähnlich wie er oft bei Quarzeinschlüssen in basaltischen Gesteinen beschrieben worden ist. Selten hat der Quarz Einbuchtungen aufzuweisen. Sehr häufig hat er Glaseinschlüsse, zuweilen in Form von Stäbchen, öfter aber in Dihexaedern, die dann orientirt zu den ursprünglichen Grenzformen des Quarzes gelagert sind. Meist ist das Glas ungefärbt, selten braun, wie z. B. in einem Block von der Ensillada de Cutucuchu (Iliniza). Oft ist im Glase noch ein Luftbläschen. Dann sind noch im Quarz feine Sprünge beobachtet worden, die manchmal von den im Centrum gelegenen Glaseinschlüssen radiär nach der Peripherie verlaufen.

Einsprenglinge von Olivin werden ebenfalls in den vorliegenden Gesteinen angetroffen. Ihr Auftreten ist weder an bestimmte Berge, noch an bestimmte Localitäten der einzelnen Berge gebunden. So findet sich Olivin z. B. in Gesteinen von

[1]) Rich. Herz: Pululagua bis Guagua-Pichincha p. 116.

Hacienda Chanpi (N. O. des Iliniza), vom Fuss der „Rumiñahui“ genannten Felsen in der Quebrada Huertasacha (O. des N.-Iliniza), zwischen Quilluturu und der Quebrada Guagrahuazi (W. des N.-Iliniza), von Cutucuchu (N. W. des S.-Iliniza) u. s. w.; dann auch am Corazon, Atacatzo und Ilaló. — Mit blossem Auge ist der Olivin nur in wenigen Gesteinen sichtbar. U. d. M. erscheinen die Einsprenglinge desselben oft zerbrochen, vielfach abgerundet und von wenig deutlicher krystallographischer Begrenzung. Gleichwohl weist die letztere zuweilen auf die ursprünglichen Grenzflächen $2 P \breve{\infty}$ (021), $\infty P \breve{\infty}$ (010) und $\infty P$ (110) hin. Die Spaltbarkeit parallel $\infty P \breve{\infty}$ (010) ist deutlich sichtbar; sehr kräftig treten Sprünge hervor, die etwa parallel 0 P (001) laufen. Nicht selten ist der Olivin serpentinisirt.

Magnetitkrystalle bilden einen wohl nie fehlenden Bestandtheil unserer andesitischen Gesteine. U. d. M. erscheinen diese Einsprenglinge im Allgemeinen kleiner als die des Feldspaths und der Hornblende; die Grösse der ersteren kommt etwa der der Augite gleich. Auch ist die Form der Magnetite selten krystallographisch wohl begrenzt. Was ihren Erhaltungszustand angeht, so zeigen diese Einsprenglinge grossen Widerstand gegen die Verwitterung. Wo letztere eingetreten ist, da hat sich gewöhnlich nur an der Peripherie des Kornes oder Krystalls rothbraunes Eisenhydroxyd gebildet.

Apatit wird als Einsprengling nicht angetroffen. Diejenigen hellen, durchsichtigen Säulchen, welche man wegen ihres hohen Reliefs und ihrer negativen Doppelbrechung vielleicht als Apatit ansprechen darf, sind so klein, dass sie besser als Grundmassenbestandtheile betrachtet werden können. Sie sind als solche sehr selten.

### b. Grundmasse.

In den meisten Fällen ist der Feldspath der Hauptbestandtheil der Grundmasse der andesitischen Gesteine. Hier tritt er gewöhnlich in mehr oder weniger dicht aneinander oder durcheinander gelagerten, mikroskopisch kleinen Leisten auf, die durch Glas mit einander verkittet erscheinen. Diese Leistchen sind in einzelnen Gesteinen ganz fein, aber immer noch bei starker Vergrösserung deutlich; in anderen Gesteinen gröber. Auch können in demselben Gestein feinere und gröbere Leisten vertreten sein. Diese sind nun oft fluidal angeordnet. Bei Eutaxiten finden wir eine deutliche, locale Scheidung in Partien mit feineren und solche mit gröberen Leisten z. B. in einem Dacitblock von Chanpi (O. des Iliniza). Nicht selten sind jene Leisten nur skeletartig entwickelt; rahmenartige Skeletbildungen zeigt beispielsweise ein Amphibol-Pyroxen-Andesit aus dem Hauptfluss des Rio Blanco (S.-Iliniza); auch die sogenannte Stiefelknechtsform ist nicht selten.

Magnetitkörnchen fehlen in der Grundmasse selten, und zwar sind sie oft in grösserer Menge als die Angitmikrolithe vorhanden. Auch Hornblende in Form kleiner Fetzen betheiligt sich zuweilen am Aufban der Grundmasse, wie wir ans der mikroskopischen Betrachtnng des letzterwähnten Chanpi-Gesteines ersehen können. Der Antheil des Quarzes an der Bildung der Grundmasse ist bei Daciten meist ersichtlich. Jedoch ist oft Angit, besonders bei Pyroxen-Andesiten, weit mehr als Grundmassenbestandtheil vertreten als Hornblende und Qnarz in den Hornblende- und Qnarz-führenden Gesteinen. Der Augit erscheint dann in Körnchen, Leisten oder selbst ebenso krystallographisch wohlbegrenzten Formen, wie als Einsprengling. Znweilen verschwindet er ganz, und die Grundmasse ist dann nur ein durch Glas verkittetes Gewebe von Feldspathleisten, mit mehr oder weniger Magnetitkörnchen untermischt. — Im Gewebe der Grundmasse stecken ferner nadelförmige Apatite, wie schon an früherer Stelle erwähnt worden ist. Jedoch ist ihre Verbreitung eine sehr geringe.

Dieser so beschriebene hyalopilitische[1]) Habitns der Grnndmasse ist charakteristisch für die meisten andesitischen Gesteine unserer Berge. Nach zwei verschiedenen Richtungen hin aher kann er Abweichungen erfahren. Einmal kann die Zahl der Leistchen, Körnchen und Fetzen der Mineralien so sehr abnehmen, dass schliesslich nur noch eine helle oder gefärbte Glasbasis sich zeigt, worin man nur hier und da kleine Krystalle der Mineralien oft neben Longuliten und Trichiten antrifft. Treffliche Belege hierfür bieten Gesteine von Cutncnchu an der Südwestseite des N.-Iliniza. In diesen Gesteinen zeigt die Glasbasis vielfach zahlreiche Longulite, Trichite, Globnlite nnd Margarite, um welche, wenn das Glas gefärbt ist, sich lichte, farblose Krystallisationshöfe befinden. Diese Höfe werden auch um die Magnetit- und Augiteinsprenglinge angetroffen, nicht jedoch um die Einsprenglinge des Feldspaths. Man darf daraus schliessen, dass jene eisenhaltigen Mineralien ihrer nächsten Umgebnng eisenhaltiges Material zu ihrem Anfbau entzogen haben.

Jene glasige Grundmasse ist endlich noch zuweilen durch Anftreten von Pseudosphärolithen ans Qnarz nnd Feldspathleistchen ausgezeichnet, wie man es in einem Schliff einer Dacitlava des Hondon de Cutncnchn (N. W. des S.-Iliniza) heobachten kann.

Die zweite Abweichnng, welche der anfangs geschilderte Typus der Grundmasse erfährt, besteht darin, dass die Basis so abnehmen kann, dass sich die Grnndmasse fast dem pilotaxitischen[2]) oder sogar dem holokrystallin-körnigen Habitus nähert. Als Beispiele hierfür führe ich ein Gipfelgestein des Cerro Tisisiche (S. W. des S.-Iliniza) an, dann einen Block der vom Gipfel kommenden Quebrada in Surucuchu

[1]) Rosenbusch: Mikr. Phys. d. mass. Gesteine. 1885. p. 465.
[2]) Rosenbusch: l. c. p. 465.

(W. des Corazon 4000 m). Recht eigenthümlich erscheint dann die Grundmasse bei Gegenwart der erwähnten Aureolen um den Quarz. Oft werden diese Hofbildungen vom Schliff getroffen, ohne dass der eingeschlossene Quarzkern erscheint. In solchen Fällen erblickt man diese verzweigte Quarzmasse des Hofes als Untergrund, in welchem die Feldspäthe der Grundmasse eingebettet erscheinen.

Zwischen jenen gekennzeichneten Extremen im Habitus der Grundmasse giebt es nun zahlreiche Uebergänge, zuweilen in demselben Schliff wie bei Entaxiten.

Wie die makroskopische Betrachtung zeigt, ist die Grundmasse mancher Gesteine durch Eisenoxydhydrat stellenweise getrübt. Mikroskopisch erkennt man noch, dass sich in verwitterten, besonders olivinreichen Gesteinen oft Serpentin über die Grundmasse hier und da vertheilt. Ist dann das Gestein porös, wie z. B. das Gipfelgestein vom Cerro Pupuntio (Chaupiberge 3997 m), so sieht man auch an den Wänden der Hohlräume Ansätze von Serpentin. Endlich füllt stellenweise Calcit die Lücken des Gesteinsgewebes aus.

---

## Gruppirung und Hauptvorkommen der einzelnen, besonders der andesitischen Gesteine.

Trotz der grossen Uebereinstimmung der andesitischen Gesteine unter einander giebt es doch hinsichtlich des makroskopischen wie mikroskopischen Habitus manche Verschiedenheiten, die eine Gruppirung dieser Gesteine ermöglichen. Zunächst sind es die vorkommenden Mineralien, welche zur bekannten Trennung in Andesite und Dacite führen. Während die letzteren als Amphibol-Pyroxen- und Pyroxen-Dacite vertreten sind, lassen sich die ersteren in Pyroxen-, Amphibol-Pyroxen- und Amphibol-Andesite gliedern. Biotit ist in den vorliegenden Gesteinen nicht gefunden worden; nach Bonney's Untersuchungen[1]) soll er aber doch in einigen Iliniza-Gesteinen, wenn auch nicht zahlreich, anzutreffen sein.

Innerhalb dieser Gruppen lassen sich nun verschiedene Typen aufstellen.

### *I. Andesite.*

#### a. Pyroxen-Andesit.

Die Pyroxen-Andesite sind zunächst zum Theil durch dunkle Gesteine vertreten. Sie sind schwarz, grünlichschwarz, blauschwarz bis dunkelgrau; meist matt, selten glänzend und glasig; dann compact oder mehr oder weniger schlackig porös ausgebildet. Im extremsten Falle sind die Feldspäthe zwar zahlreich, aber doch so klein, dass sie mit dem blossen Auge kaum wahrzunehmen sind. In anderen Fällen nimmt die Grösse dieser Einsprenglinge bis zur makroskopischen Deutlichkeit zu; wieder

[1]) l. c. p. 7.

andere Varietäten sind durch zahlreiche, mittelgrosse Feldspäthe ausgezeichnet, die dem schwarzen Untergrund gleichsam eingesät sind. Die meisten dieser Gruppe angehörigen Andesite zeigen noch hier und da zerstrente, dunkelgrüne Augite. Mikroskopisch erkennt man durchweg eine hyalopilitische bis vitrophyrische Grundmasse, deren glasiger Antheil meist bräunlich, selten hell ist. In letzterem Falle rührt die dunkle Färbung des Gesteins von reichlich vertheiltem Erz her.

Diese so charakterisirten Pyroxen-Andesite sind an allen vier Bergen, besonders reichlich aber am Corazon vertreten. Die folgenden Vorkommnisse sind besonders erwähnenswerth.

1. Atacatzo.

„Aensseres Nordgehänge über Panza, Pico de Cochapamba; 4200 m". Das dunkelgrane Gestein ist reich an Feldspäthen und matt grünlich schwarzen Angiteinsprenglingen.

2. Corazon.

„Lava am Nordfuss; äusserer Abhang des westlichen Felsgipfel (4454 m); 4200 m. Nordseite". Die schwarze Lava zeigt Neigung zu muscheligem Bruch, hier und da Blasenräume und ist compact oder schlackig ausgebildet. An einigen Varietäten sieht man schöne Fluidalstructur. U. d. M. erkennt man auch Olivineinsprenglinge.

„Lava, etwas höher als die Einsattlnng am Nordfnss des höchsten Felsens; 4417 m". Im schwarzen Gestein sind hier und da Blasenränme, welche theilweise mit Calcitmandeln ausgefüllt sind. Die mikroskopisch sichtbaren Olivine sind stellenweise serpentinisirt.

„Innenabhang der Loma de San Francisco; 4200 m. Südwestseite". Der glasige Antheil der Grundmasse der schwarzen, etwas porösen Lava ist von kaffeebrauner Farbe.

3. Iliniza.

„Rio Blanco bei Hacienda Chaupi; 3365 m". Das compacte, etwas grünlich schwarze Gestein ist durch sehr kleine Feldspäthe ausgezeichnet.

„Rio Blanco bei Tenería de Ordoño; 3484 m". Die Grundmasse des schwarzen schlackigen Gesteins erweist sich u. d. M. als sehr glasreich. Das Glas ist kaffeebraun gefärbt.

„Lava nach Cutucuchu, herabgestürzt von der Südwestseite des Nordgipfels". Die Lava ist von glänzendem, glasigem Aussehen, hat muscholigen Bruch und zeigt u. d. M. in der glasigen, braunen Grundmasse viele Trichite, Longulite und Globulite. Um diese, sowie um die Angit- und Magnetiteinsprenglinge lichte Krystallisationshöfe.

4. Ilaló.

„Aufstieg von Alangasí; in halber Höhe. Blöcke". Das Gestein ist dunkelgrau, mit zahlreichen, sehr kleinen Feldspäthen besät. An diesen makroskopisch Zonenstructur oft sichtbar. Dieselben sind durch Opalisirung des Feldspaths milchig getrübt.

„Nordabhang". Das Gestein ist dem vorigen ganz ähnlich.

„Von Alangasí nach dem Cerro". Pechschwarze Lavensplitter mit kaum wahrnehmbaren Einsprenglingen bei Betrachtung ohne Mikroskop.

Diesen dunklen Varietäten des Pyroxen-Andesits stehen zunächst die hellgrauen bis hellblaugrauen Varietäten gegenüber. Sie sind meist compacte Gesteine; einzelne ihrer Vertreter sind erdig. Die meist kleinen und mittelgrossen Feldspatheinsprenglinge sind gewöhnlich zahlreich vertreten, heben sich aber in den helleren Gesteinen wenig ab. Während die Augite der dunklen Pyroxen-Andesite meist in Form von Häufchen makroskopisch sichtbar sind, treten sie hier mehr in kleinen, dunklen Leisten und Pünktchen auf oder sind, wie bei den blaugrauen Varietäten, dem blossen Auge nicht sichtbar. Einige wenige dieser letzteren zeigen fernerhin grünlichgelbe Olivine. Bei mikroskopischer Betrachtung dieser Gesteine trifft man in den meisten Fällen eine hyalopilitische Grundmasse an, deren glasiger Bestandtheil ungefärbt und klar ist. Die anderen Bestandtheile sind gewöhnlich zahlreiche feine bis gröbere Plagioklasleistchen, mehr oder weniger zahlreiche Körnchen von Erz und oft säulenförmig ausgebildete kleine Krystalle von Augit. Wenige der hierher gehörigen Pyroxen-Andesite haben einen weniger glasigen Untergrund, der dann recht feldspathreich ist und entweder Neigung zu einer körnigen oder zu einer pilotaxitischen Ausbildung zeigt. Die wichtigsten Vorkommnisse dieser Art von Pyroxen-Andesiten sind die folgenden:

1. Atacatzo.

„Mächtige Felswand zwischen Tarugapamba und dem Lagerplatz; 4000 m". Hellgrau.

„In zackigen Felsen am Kraterrand anstehend, Gipfel des Atacatzo". Hellblau-graues Gestein.

„Aus den Breccien vom höchsten Gipfel". Hellgraues Gestein.

2. Corazon.

„Block in der vom Gipfel kommenden Quebrada in Surucucho; 4000 m. Westseite". Hellgrau, etwas grünlich. U. d. M. zeigt sich eine wenig Glas führende Grundmasse von fast holokrystallin-körnigem Habitus.

„Block desselben Fundpunktes“. Hellgrau, gelblich, erdig. U. d. M. sieht man, dass die Augite entweder nur randlich oder ganz in braune Eisenverbindung umgewandelt sind.

3. Iliniza.

„Halbwegs zwischen Cruzloma und Rumicruz. Ostseite“. Weiss bis hellgraues Gestein, hier und da mit dünner, schmutzig gelblicher Verwitterungsrinde.

„Ca. 200 Fuss mächtige Lava an der Schneegrenze; 4653 m. Abhang gegen Hondon de Cutucuchu. Nordwestseite des Südgipfels“. Hellgrau, etwas erdig.

Endlich kann man die röthlichgrauen und ziegelrothen Pyroxen-Andesite zu einer dritten Gruppe zusammenstellen. Diese Gesteine sind ebenfalls meist compact, selten porös; von mattem Aussehen und rauher Oberfläche. Während die röthlichgrauen gewöhnlich durch zahlreiche mittlere und wenige grössere Feldspäthe ausgezeichnet sind, trifft man bei den ziegelrothen Varietäten solche Einsprenglinge makroskopisch nur selten an. Die Feldspäthe dieser Varietäten sind gewöhnlich ungemein klein und wenig zahlreich. Augiteinsprenglinge sind makroskopisch gar nicht sichtbar. Bei mikroskopischer Betrachtung erkennt man einige Verschiedenheiten der sonst durchweg hyalopilitischen Grundmasse. Die Schliffe der ziegelrothen Gesteine zeigen nämlich eine über die Grundmasse verbreitete, braunrothe Färbung, wohl ein Product der Verwitterung eisenhaltiger Mineralien des Gesteins. Die röthlichgrauen dagegen zeigen an den meisten Stellen noch eine Grundmasse, welche an die des ersterwähnten Typus erinnert. Stellenweise erkennt man auch bei diesen Gesteinen denselben Process der Verwitterung in seinem Anfangsstadium, wodurch wohl das ursprünglich graue Gestein die röthliche Färbung erhalten hat. Die pyroxenigen Einsprenglinge zeigen gern randliche Umwandlung zu einer rothbraunen Substanz, wohl aus Eisenhydroxyd bestehend. Diese Gruppe von Pyroxen-Andesiten ist besonders am Corazon und Iliniza vertreten:

1. Corazon.

„Schlackenblock; wohl von dem Schlackenagglomerat der niedersten Stelle der Nordwest-Umwallung der Caldera“. Ziegelrothe Schlacke. U. d. M. zeigt der Hypersthen stellenweise Umwandlung zu Serpentin mit randlicher Ausscheidung von Magnetit.

„Nordseite des Calderarandes; 4500 m“. Ziegelrothes, poröses Gestein.

2. Iliniza.

„Lava, anstehend zwischen Guejala und Quilluturu; 4400 m. Westnordwestseite des Nordgipfels“. Röthlichgraues, compactes Gestein.

### b. Amphibol-Pyroxen-Andesit.

Bei den Amphibol-Pyroxen-Andesiten treten uns ebenfalls verschiedene typische Ansbildnngen entgegen, deren erste dnrch dnnkelgraue Varietäten vertreten ist. Diese letzteren sind alle compacte Gesteine, entweder matt oder glänzend und dann glasige Bombenstücke. Von den Einsprenglingen sind die Plagioklase reichlich vertreten und makroskopisch dentlich, während die dunklen Einsprenglinge nicht oder wenig sichtbar sind. U. d. M. zeigt die Grundmasse meist hyalopilitischen Habitus; einige der Vertreter haben starke Neigung zu vitrophyrischer Ausbildung ihrer Grundmasse. Die Hornblendeeinsprenglinge sind meist grün. Diese Gruppe findet man am Atacatzo und Iliniza vertreten:

1. Atacatzo.

„Lava an dem Felsen der Nord-Caldera-Umwallung über Potrero de la Plata; 4300 m".

„Glasiger Lavablock, wohl Bombe, aus dem Grund der Caldera; 4242 m". Dunkelblaugrau, mit glatten, von Kanten begrenzten Anssenflächen und etwas dunkler Erstarrungsrinde. U. d. M. fast vitrophyrische Grundmasse.

2. Iliniza.

„Anstehend auf den Felsenkämmen zwischen Cruzloma und Rumicruz; 4365—4444 m". Die Feldspäthe sind fluidal gelagert. Der glasige Antheil der Grundmasse ist reich an Trichiten.

„Qnebrada Cnnucboquio; 4155 m. Südostseite des Südgipfels". Auch in diesem Gestein zeigen die Feldspäthe schöne fluidale Lagerung.

In der Grundmasse der lichtgrauen Amphibol-Pyroxen-Andesite treten die dnnklen Einsprenglinge dentlich hervor. Sie sind meist sehr klein ansgebildet. Anch zu dieser Gruppe gehören Bombenstücke mit dnnkler Erstarrungsrinde; dann giebt es hier hellgrane, gelbliche Bimssteine. Mikroskopisch sind die hierher gehörigen Gesteine wenig von den vorigen verschieden. Ihre wichtigsten Vorkommnisse sind die folgenden:

1. Atacatzo.

„Südlicher Innenhang der Caldera. Abstieg vom Südrand der Caldera nach dem Grnnd". Hellgranes Bombenstück, auf der Oberfläche stellenweise geborsten.

2. Corazon.

„Beginn des niederen Rückens; 4293 m. Westtheil der Nord-Caldera-Umwallung“. Weisser, stellenweise gelblicher Bimsstein mit mikroskopisch schöner Fluidalstructur.

3. Iliniza.

„Weisse Lava zwischen Cruzloma und Rumicruz. Nordseite des Nordgipfels“.

„Block. Schutthalden unter dem Schnee; 4100 m. Zwischen Atatinqui und Guejala. Westseite des Nordgipfels“. Gestein etwas erdig.

„Geröll. Hauptfluss des Rio Blanco; 3936 m. Westseite des Südgipfels“.

„Geröll. Quebrada Cunucboquio; 4155 m. Südostseite des Südgipfels“. Die Feldspäthe des Gesteins fluidal gelagert.

Wie bei den Pyroxen-Andesiten, so bieten auch bei den Amphibol-Pyroxen-Andesiten die röthlichgrauen und ziegelrothen Gesteine solche Eigenheiten dar, dass sie sich zu einer besonderen Gruppe vereinigen lassen. Diese Gesteine sind durchweg durch gut begrenzte, mittelgrosse und grössere Feldspäthe ausgezeichnet. In den röthlichgrauen Varietäten heben sich aus der Grundmasse auch kleine, dunkle Mineraleinsprenglinge ab, die man wohl als Hornblenden bezw. Augite ansehen darf. Auch diese Gesteine zeigen mikroskopisch ein ähnliches Bild wie die entsprechenden Pyroxen-Andesite. Die Hornblenden sind mehr oder weniger umgewandelt; das rothbraune, wahrscheinlich aus Eisenoxydhydrat bestehende Umwandlungsproduct hat sich allem Anscheine nach aus Opacit gebildet. Folgende Vorkommnisse dieser Gesteinsvarietät sind bemerkenswerth:

1. Atacatzo.

„Südlicher Innenhang der Caldera; Block“. Röthlichgraues Gestein.

2. Iliniza.

„Geröll. Quebrada Cunucboquio; 4155 m. Südostseite des Südgipfels“. Röthlichgraues Gestein mit dunkelgrauen Partien. In dem glasigen Antheil der Grundmasse sind Trichite.

„Milin. Schutt an der Schneegrenze; 4700 m. Nordseite des Südgipfels“.

„San Miguel; 4376 m. Milin. Nordseite des Südgipfels“.

### c. Amphibol-Andesit.

Bei den Amphibol-Andesiten findet man nur lichte Varietäten. Dieselben sind weiss bis hellgrau, zuweilen stellenweise gelblich oder grünlich; meist compact, seltener als blasige Bimssteine ausgebildet. Ausser den Feldspäthen sind auch Hornblendeeinsprenglinge stets sichtbar und bei einigen Gesteinen fluidal gelagert. Mikroskopisch zeigen die Amphibol-Andesite verschiedene Ausbildung der Grundmasse. Der glasige Antheil ist bei einigen Varietäten sehr gross, bei anderen sehr gering. Oft findet man in demselben Schliff bald Stellen mit hyalopilitischer, bald solche mit pilotaxitischer Ausbildung der Grundmasse. Andere Gesteine zeigen Neigung zu einem holokrystallin-körnigen Habitus. Wichtig sind die folgenden Vorkommnisse:

#### 1. Atacatzo.

„Inneres der Caldera. Bimsstein".

„Aeusseres Nordgehänge über Panza; Pico de Cochapamba; 4151 m. Nordseite. Bimssteinblock".

#### 2. Iliniza.

„Rio Blanco bei Hacienda Chaupi. 3365 m". Hellgraues, compactes Gestein.

„Fuss des Cerrito de Pilongo. Huertasacha; 3740 m. Ostseite des Iliniza". Wie das vorige Gestein.

## *II. Dacite.*

Die Dacite, beziehungsweise die quarzführenden Andesite der untersuchten Localitäten sind zunächst, analog den Amphibol-Pyroxen-Andesiten, durch dunkelgraue, lichtgraue und röthlichgraue Gesteine vertreten. Sehr viele Dacite jedoch sind Eutaxite und zeigen keine einheitliche Farbe, sondern oft verschieden gefärbte Lagen und Streifen. So wechseln z. B. hellgraue und dunkelblaugraue, graue und rothbraune Lagen ziemlich regelmässig mit einander ab. Die Dacite sind meist compact, selten porös, wie die meisten Andesite von rauher Bruchfläche und zuweilen erdig. In letzterem Falle treten die Einsprenglinge makroskopisch kaum hervor. Im Uebrigen unterscheiden sich diese Gesteine nach ihrem äusseren Habitus gar nicht von den Andesiten. Auch mikroskopisch findet man die Charaktere der Andesite wieder. Die Grundmasse ist hyalopilitisch mit oft starker glasiger Ausbildung. Im Glase findet man hin und wieder Trichite. Selten herrscht eine mehr pilotaxitische Grundmasse vor. Quarzeinsprenglinge findet man nicht immer in gleicher Menge vertheilt, sodass quarz-

arme Gesteine Uebergänge zu den Amphibol-Pyroxen-Andesiten und Pyroxen-Andesiten bilden. Fundstellen für Dacite sind die folgenden:

1. Atacatzo.

„Südlicher Innenhang der Caldera". Das Gestein ist dunkelgrau, compact. U. d. M. erkennt man eine fast holokrystallin-körnige Grundmasse; der Hypersthen ist theilweise serpentinisirt. Durch Umwandlung der Hornblende hat sich hier und da Calcit gebildet.

2. Iliniza.

„Anstehend Quebrada Guagrahuazi. Westseite des Nordgipfels". Dunkelblaugraues Gestein mit hellerem feinkörnigen Einschluss.

„Mächtiger Lavastrom vom Wasserfall des Cutucuchu-Gletschers 4500 m". Das dunkelgraue Gestein zeigt mikroskopisch Olivin.

„Ca. 200 Fuss mächtige Lava an der Schneegrenze 4565 m. Abhang gegen Hondon de Cutucuchu. Nordwestseite des Südgipfels". Hellblaugraues Gestein mit makroskopisch gut sichtbaren, gelblichgrünen Olivineinsprenglingen. An bestimmten Stellen dieser Lava ist kein Quarz nachweisbar. Daher sind die Handstücke, welche von diesen Stellen herrühren, als Andesite bestimmt worden. Die Lava kann stellenweise auch hinsichtlich ihrer Farbe abändern. So trifft man ferner auf röthlichgraue Partien, wovon unsere Sammlung auch Handstücke besitzt.

„Ca. 200 Fuss mächtige Lava. Hondon de Cutucuchu. 4300 m". Hellgraue, röthliche und entaxitische Varietäten.

„Mächtiger Lavastrom vom Süd-Iliniza, als mächtige Wand das Thal von Cutucuchu begrenzend. Westseite des Iliniza". Hellgraue und blaugraue Varietäten.

„Rio Blanco. Westseite des Südgipfels des Iliniza". In den verschiedenen Armen des Stromes sind zahlreiche Dacitgerölle mit meist entaxitischer Ausbildung gefunden.

# Versuch einer Schilderung des geologischen Aufbaues der untersuchten Localitäten.

Von den älteren Gesteinen scheinen auf Grund des vorliegenden Materials besonders Porphyrite den Untergrund der jüngeren Gesteine unserer Berge zu bilden. In grösseren Höhen treten die alten Gesteine nur am Iliniza zu Tage. Hier wird nämlich auf dem Grat zwischen Iliniza und Corazon in 4200 m Höhe ein dunkelgrüner Angitporphyrit angetroffen. Recht häufig aber sind die Producte älterer Eruptionen am Camino de Manabí in bedeutend geringeren Höhen blossgelegt. Diese älteren Gesteine sind alle qnarzführend und theils Hornblende-, theils Glimmer-, theils Angitporphyrite. In ihrem allgemeinen, makroskopischen Habitns ähneln die Hornblende- und Glimmerporphyrite sehr den jungen Gesteinen. Auf Grund der Angaben auf den Etiquetten der Sammlungen aber, sowie auch der bei der Beschreibung der alten Gesteine angeführten mikroskopischen Verhältnisse sind sie den älteren Gesteinen zuzurechnen.

Betreten wir[1]) den Atacatzo auf der Nordseite, z. B. bei Tarugapamba, so finden wir hier und am äussersten Nordwestabhang blaugrauen Pyroxen-Andesit anstehend. Auch auf dem Gipfel des Berges scheint diese Gesteinsart vorzuwalten. So trifft man eine hellblaugraue Varietät am Kraterrande anstehend und dort zackige Felsen bildend. Dann findet man noch graue und dunkelgraue Pyroxen-Andesite neben Amphibol-Andesiten am Calderarande in 4500 m Höhe und etwas tiefer. Ein wenig unterhalb des Gipfels, am südlichen Rande der Caldera, sowie auf der Nordseite am äussersten Nordgehänge über Panza, nämlich am Pico de Cochapamba in 4200 m Höhe, tritt Pyroxen-Andesit neben Amphibol-Pyroxen- und Amphibol-Andesit auf. Der Pyroxen-Andesit

[1]) Die nachfolgende Skizze habe ich auf Grund der ausführlichen Etiquetten der Sammlung versucht.

ist an der ersten Fundstelle plattig abgesondert, an der zweiten Fundstelle oft schieferig. Die Amphibol-Andesite am Pico de Cochapamba sind Bimssteine, die Amphibol-Pyroxen-Andesite der ersten Fundstelle grane Bomben. Steigt man hier nach dem Grund der Caldera hinab, so trifft man sowohl auf dem Abstiege, wie im Grunde selbst Bombenstücke, gelblichweisse Bimssteine nnd blaugraue Blöcke von Amphibol-Andesit und Amphibol-Pyroxen-Andesit. Anch einige quarzarme Dacite werden hier gefunden. Ans dem den Grund und die Abhänge dicht bedeckenden Bimssteinsande ragen grünlichgrane Schollen von Amphibol-Pyroxen-Andesit hervor. Dieselbe Gesteinsart stammt noch von dem Felsen des Nord-Calderawalles über Potrero de la Plata. Die hellgranen Laven des Cerro Vindita sind Amphibol-Andesite.

Noch weniger als am Atacatzo scheint der Dacit am Corazon vertreten zu sein. Aus der geringen Zahl der vorliegenden Amphibol-Andesite könnte man anch versucht sein, auf eine geringe Verbreitnng dieser Gesteine am Corazon zu schliessen. Dieselben sind aber durch einen weissen Bimsstein vertreten, der, mit Sand verbunden, dünne Schichten bildet, welche die Abhänge des Corazon bedecken und unter der Vegetationserde liegen. Das Verbreitungsgebiet dieses Amphibol-Andesits ist also ein sehr ansgedehntes. Am eigenthümlichsten sind diese Bimssteintuffe dicht hinter dem Dorfe Aloac zu beobachten, wo man, wie eine der Etiqnettennotizen besagt, „glanben könnte, den Trass vom Rhein vor sich zu haben“. Jener Bimsstein findet sich auch in der Caldera, dann wurde er noch am Beginn des niedersten Rückens am Westende des Nordcalderawalles angetroffen. Nnr auf ein Vorkommen von Amphibol-Pyroxen-Andesit weist die Sammlung hin. Derselbe stammt von der niedersten Stelle der Nordost-Calderaumwallung. Pyroxen-Andesite dagegen bilden die Hauptmasse aller Felsen und Blöcke, die besonders eine dunkle Farbe charakterisirt.

Schwieriger als bei den vorgenannten Bergen gestaltet sich die geologische Skizzirung des Iliniza auf Grund der Handstücke nnd Notizen. Versuchen wir es, im Geiste eine Wanderung um den gewaltigen Doppelberg zu machen. Wir beginnen an der Ostseite, wenden nns nach Norden, dann nach Westen und Südwesten, endlich betrachten wir den Südosten und die Gegend zwischen den beiden Gipfeln. — Wie ans der Beschreibung der vorliegenden Gesteine schon hervorgeht, werden an der Ostseite des Iliniza alle verschiedenen Arten der andesitischen Gesteine angetroffen: compacte, schwarze Pyroxen-Andesite und hellgrane Amphibol-Andesite wohl als Gerölle im Rio Blanco bei Hacienda Chanpi, compacte, hellgraue Amphibol-Andesite nnd dunkelblaugraue Pyroxen-Andesite bei Huertasacha. An letzterem Fundpunkte stösst man auch des Oefteren auf lose Blöcke von grauem und röthlichgranem Amphibol-Pyroxen-Andesit und hellgranem Dacit.

Wendet man sich nördlich nach der Ostseite des Nordgipfels, so stösst man am Fuss der „Ruminahui" genannten Felsen auf weiss bis hellrosa aussehenden Amphibol-Pyroxen-Andesit. Im Norden des Nordgipfels liegt die Cruzloma de Atatinqui in Sattel zwischen Corazon und Iliniza. Hier sind anstehende Felsen von grauem, etwas röthlichem Pyroxen-Andesit, sowie grünlichgrauem Amphibol-Pyroxen-Andesit und Dacit. Derselbe Fundort ist durch die schon erwähnten Augitporphyrite ausgezeichnet, die hier ein anstehendes, grünlichschwarzes Gestein bilden. Zwischen den beiden Filos von Atatinqui sieht man in der Einsenkung hellgraue und dunkelgraue Stromlaven von Amphibol-Pyroxen-Andesit. Nähert man sich mehr dem Iliniza, so trifft man am steilen Nordabhang des Nordgipfels auf eine graue, stellenweise schmutzigbraune Lava; dieselbe ist Pyroxen-Andesit. Die mächtige Felsleiste, welche vom Nordgipfel auf Rumipungu herabzieht, ist Amphibol-Pyroxen-Andesit. Von derselben Gesteinsart ist die nördliche Felsleiste des Gipfels bei Rumicruz, während die westliche Felsleiste ebendaselbst sich als ein Pyroxen-Andesit erweist. Letztere ist theils compact, theils schlackig. Von derselben Gesteinsart ist ein compacter, grauer Fels bei Rumicruz an der Einsattlung gegen den Nordgipfel, sowie ein anstehendes Gestein gegen Cruzloma zu. Dann findet man noch hell- und dunkelgraue Pyroxen-Andesite zwischen Cruzloma und Rumicruz. Einige der daselbst anstehenden Felsenkämme bestehen aus Amphibol-Pyroxen-Andesit. Wenden wir uns der Piedra Parada zu. Anstehende röthlichgraue Laven von Pyroxen-Andesit und lose Blöcke von hellgrauem Amphibol-Pyroxen-Andesit charakterisiren diese Gegend. Auf der Biegung von Atatinqui nach der Westseite des Iliniza, an der Nordwestseite des Nordgipfels zwischen Atatinqui und Hondon Guejala, befindet sich ein Lavastrom von hellgrauem Amphibol-Pyroxen-Andesit. In den Schuttbalden unter dem Schnee an derselben Fundstelle lagern hellgraue, erdig aussehende Blöcke desselben Gesteins. Ein mächtiger Lavastrom des Hondon de Guejala besteht aus hellröthlich-grauem Amphibol-Andesit. Nordwestlich vom Nord-Iliniza zwischen Guejala und Quilluturu ist röthlichgrauer, sowie blaugrauer Pyroxen-Andesit anstehend. Die Agglomeratlaven an der linken Seite des Hondon, also auf der Westseite des Nord-Iliniza, sind verwittert aussehender, grauer bis gelblicher Amphibol-Andesit. Eine Lava zwischen Quilluturu und der Quebrada Guagrahuazi ist Amphibol-Andesit, der stellenweise pyroxenhaltig ist. Diese Quebrada selbst hat dunkelblaugraue Dacit-Laven aufzuweisen. Derartiges Gestein findet sich auch bei Cutucuchu. Von der Südwestseite des Nordgipfels hat sich eine schwarze, glasige Lava auf Cutucuchu herabgestürzt; dieselbe besteht aus Pyroxen-Andesit. Ein mächtiger Lavastrom dehnt sich vom Wasserfall des Cutucuchu-Gletschers aus; das Gestein erweist sich als ein Dacit, der jedoch wegen seines nur geringen Gehalts an Quarz ein Uebergangsglied zu den Andesiten darstellt. In

gleicher Weise aufzufassen ist ein Dacit, der die ca. 200 Fuss mächtige Lava am Abhang gegen den Hondou de Cutucuchu auf der Nordwestseite des Südgipfels bildet. Diese Lava ist grau oder röthlichgrau oder ganz schwarz; Einschlüsse in derselben bestehen aus Amphibol-Pyroxen-Andesit. Dieselbe Lava zeigt auch eutaxitische Bildungen. Auch das Thal von Cutucuchu ist eine Hauptfundstelle für Dacite. Daraus besteht z. B. der mächtige Lavastrom, der als Wand das Thal von Cutucuchu begrenzt. Eine alte Stromlava, ebenfalls Thalwand daselbst, wird als Amphibol-Pyroxen-Andesit erkannt. Die losen Blöcke im Thale selbst sind durch Dacite und Pyroxen-Andesite in unserer Sammlung vertreten. Die Gerölle aus dem Rio Blanco westlich und ostsüdöstlich vom Süd-Iliniza sind vorwiegend Dacite und durch eutaxitische Bildungen ausgezeichnet; daneben trifft man auch amphibolführende Andesite. Südwestlich vom Südgipfel liegt noch der Cerro Tisisiche. Das Gipfelgestein desselben besteht aus grauem oder röthlichem Amphibol-Pyroxen-Andesit. An der Südostseite des Südgipfels befindet sich die Quebrada Cunneboquio. Hier begegnet man dunkelgrauen bis schwarzen, hell- und röthlichgrauen Geröllen von Amphibol-Pyroxen-Andesit. Endlich erübrigt noch, die Localitäten nördlich vom Südgipfel zu betrachten. Im Schnee oberhalb Miliu ist eine dunkelgraue, horizontale Felsleiste von Amphibol-Pyroxen-Andesit anstehend. Im Schutt an der Schneegrenze findet man hellgraue, stellenweise poröse Dacite in 4700 m Höhe. Etwas tiefer trifft man auf graue und röthlichgraue Amphibol-Pyroxen-Andesite. Solche Gesteine findet man auch bei San Miguel in 4380 m neben grauen, etwas gelblichen Daciten.

Das Gestein des Gipfels der Chaupiberge, des Pnpuntio, besteht aus dunkelgrauen, compacten und schlackigen Varietäten von Pyroxen-Andesit. Schmutzig dunkelgraue Amphibol-Pyroxen-Andesite trifft man am Cerro Saguigua. Nach der Ostseite des Süd-Iliniza hin findet man blaugraue und schmutzigweisse Blöcke von Amphibol-Andesit.

Das Ilaló-Gebirge scheint wesentlich Pyroxen-Andesite aufzuweisen; Vertreter anderer Gesteinsarten sind nicht in unserer Sammlung. Was das meist dunkelgraue Gestein von dem der anderen Berge absondert, ist die eigenthümliche Opalisirung des Feldspaths, vielleicht eine Wirkung früherer Fumarolenthätigkeit. Die dunklen Gesteine findet man besonders auf dem Wege von Alangasí, während die Quebrada Tumbaco auch lichtere Varietäten aufweist.

So ersieht man, dass der Ilaló und der Corazon vorwiegend aus Pyroxen-Andesit bestehen, während am Atacatzo und Iliniza alle andesitischen Gesteine vertreten sind.

# TAFEL III.

## Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Opalisirung des Feldspaths.

Fig. 2. Eine einzelne, theilweise opalisirte Zone im Feldspath mit Angabe der Auslöschungsschiefen in dem noch intakt gebliebenen Feldspath.

Fig. 3. Ein Durchkreuzungszwilling des Augits nach $\infty P \bar{\infty}$ (100).

Fig. 4. Augitzwillinge nach $-\frac{1}{2} P \bar{\infty}$ (102) und $\frac{3}{2} P \bar{\infty}$ (302).

Fig. 5. Dieselben schematisch.

Fig. 6. Augitzwillinge nach $-\frac{5}{4} P \bar{\infty}$ (504) und $\frac{9}{4} P \bar{\infty}$ ($\bar{9}$04).

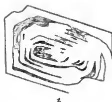
Fig. 7. Dieselben schematisch.

Fig. 8. Verwachsung des monoklinen Augits mit Hypersthen; beide gebogen; der Hypersthen ist nach der Mitte zu ausgekeilt.

Fig. 9. Hypersthen serpentinisirt unter Magnetitausscheidung; mit einem Kranz von kleinen, monoklinen Augiten und Feldspäthen.

Fig. 10. Verwachsung von Hornblendeeinsprenglingen.

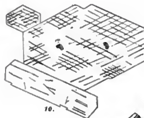
Fig. 11. Quarz in Aureolen.



1.



9.



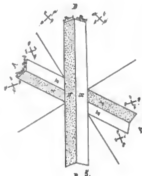
10.



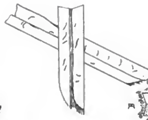
2.



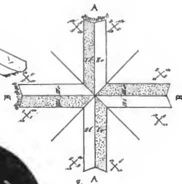
8.



5.



4.




7.



6.



3



11.

# IV

# RIO HATUNCAMA BIS CORDILLERA DE LLANGAGUA

BEARBEITET VON

ADOLF KLAUTZSCH

MIT TAFEL IV UND V

# Vorwort und geographisch-historische Einleitung.

Das der nachfolgenden Arbeit zu Grunde liegende Gebiet umfasst den zwischen Iliniza und Carihuairazo gelegenen Theil der ecuatorianischen West-Cordillere. Er umschliesst die beiden Parallelketten der Cordilleren von Sigchos und Guangaje, den erloschenen Vulkan Quilotoa, die Cordilleren von Angamarca und Llangagua und das Berggebiet des Quispicasha. Mit der Bearbeitung dieser Gegenden soll diese Arbeit eine Fortsetzung der schon früher erschienenen von Belowsky[1] und Herz,[2] wie auch der gleichzeitig mit dieser erscheinenden von Elich[3] sein. Auch sie stützt sich auf das so überaus reichhaltige und werthvolle Material der Sammlungen der beiden Herren Dr. W. Reiss und Dr. A. Stübel, welche diese bei ihrer Bereisung Ecuadors angelegt haben. Zur Benutzung kamen eine dem hiesigen mineralogisch-petrographischen Institut als Eigenthum überwiesene Sammlung, wie auch die Privatsammlungen der beiden eben genannten Herren. Der für das in Rede stehende Gebiet in Betracht kommende Theil dieser Sammlungen umfasst etwa 800 Handstücke, von denen etwa ein Viertel mikroskopisch untersucht wurde.

In der bisherigen Litteratur findet sich nur Weniges, was über dieses Berggebiet einen brauchbaren Anhalt gäbe, meist beschränken sich die Angaben der Autoren auf kurze Notizen oder auf Reiseerlebnisse nicht wissenschaftlicher Art. Für uns kommen in Betracht:

LA CONDAMINE: *Journal du voyage fait par ordre du roi à l'Équateur. Paris 1751.*
J. ORTON: *Notes on the physical geography of the Andes of Quito. Americ. Journ. 45. 1868. p. 99.*

[1] M. Belowsky: in Reiss und Stübel: Das Hochgebirge der Republik Ecuador I. I. Tulcau bis Escaleras-Berge. Berlin 1892.

[2] R. Herz: ebend. II. Pululagua bis Guagua-Pichincha. Berlin 1892.

[3] Elich: ebend. III. Atacatzo bis Iliniza. Berlin 1893.

J. ORTON: *Geological notes on the Andes of Ecuador. Americ. Journ. 47. 1869. p. 242.*
M. WAGNER: *Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen America. Stuttgart 1870.*
REISS u. STÜBEL: *Alturas tomadas en la República del Ecuador, en los años de 1871, 1872 y 1873. Quito 1873.*
TH. WOLF: *Geognostische Mittheilungen aus Ecuador. I—III. Neues Jahrb. 1874. IV. V. 1875.*
W. REISS: *Ueber eine Reise nach dem Quilotoa und dem Cerro hermoso in den ecuatorianischen Cordilleren. Z. d. g. G. 27. 1875. p. 274.*
L. DRESSEL, S. J.: *Estudio sobre algunas aguas minerales del Ecuador. Quito 1876.*
L. DRESSEL: *Erinnerungen aus Ecuador. Stimmen aus Maria-Laach. XVI. XVII. Freiburg i. Br. 1878/79.*
J. KOLBERG: *Nach Ecuador. Reisebilder. 3. Aufl. Freiburg i. Br. 1885.*
A. STÜBEL: *Skizzen aus Ecuador. Berlin 1886.*
T. WOLF: *Geografia y Geologia de la República del Ecuador. Leipzig 1892.*

---

Von dem Bergrevier des Iliniza durch den znm Rio Toachi strömenden Rio Hatuncama getrennt, steigt als westliche Grenze der Hochebene von Latacnnga der für diese Arbeit in Betracht kommende Theil der West-Cordillere Ecnadors empor. Er nmfasst das Gebiet südwärts des Iliniza und der Cerritos de Chanpi bis hinab zum Carihuairazo. In seinem nördlichsten Theil besteht er aus zwei einander parallelen Ketten, zwischen denen der Rio Toachi sein Strombett tief erodirt hat. Beide Ketten entspringen an einem Knotenpunkte des Gebirges, den Bergen von Snmbagua, die etwa in der Mitte dieses Gebietes liegen. Von hier aus ziehen sie gen Norden, während südwärts sich die Cordilleren von Angamarca und Llangagua erheben. Hier hat der Rio Toachi seine Quelle. Derselbe durchfliesst in zunächst nordwestlicher Richtung, nm später, mit dem Rio Guaillabamba vereinigt, den Rio Esmeraldas zu bilden, jenes ursprünglich wohl bedeutend tiefere Thal zwischen den Cordilleren von Sigchos und Guangaje. „Beide Gebirgsketten bestchen ans Gesteinen älterer Bildnngen. Schichten vou Sandstein, quarzigo Conglomerate, bituminöse Schiefer stehen mit fast vertikaler Schichtenstellung im Thalgrund an, während die nackten Felsen der höheren Gehänge ans plutonischen Gesteinen bestehen. Nur auf dem hohen Kamme und einigen Punkten der östlichen Gehänge der Cordilleren von Gnangaje und Isinliví finden sich einige zerstörte Reste von Lavadecken."[1]) „Riesigen Treppenstufen vergleichbar, fällt in zwei parallelen Stufen der Abhang der Cordillere vou Sigchos zum Flnssbett hinab. Auf dem gegenüberliegenden Ufer zeigt das ganze Gehänge der Cordillore von Isinliví Spnren eines früheren grossartigen Bergsturzes. Felsblöcke, Steinhaufen nnd Steinwälle, unregelmässig durch einander gewürfelte Erdwülste, Hügel und Buckel, mehrfache Wasserstanungen, darunter zwei Seen, „El Salado mayor"

[1]) cf. Reiss: Bericht über eine Reise etc. Z. d. g. G. 1875. p. 274 sqq.

und „El Salado inferior“, — alles macht den Eindruck einer von oben nach unten gerutschten, dabei in einander geschobenen Landschaft.“[1] „Das ganze Thal des Toachi ist erfüllt von ungeheuren Ablagerungen von vulkanischen Tuffen und Breccien. Sie dehnen sich durch das ganze Thal aus, von Sigchos an bis über die Meiereien von Sumhagua und Tigua hinaus, sich dabei fast unmerklich von Nord nach Süd erhebend, unterbrochen von tiefen Schluchten, die durch Erosion der Gewässer entstanden sind und bis auf die alte Sohle des Thales hinabgehen.“[2] Tief im Grunde dieses Thales, nicht weit nördlich von der Quelle des Toachi, erhebt sich nun der einzige, für diese Gegend in Betracht kommende Vulkan, der Quilotoa. Stübel[3] giebt uns von ihm zwei sehr charakteristische Abbildungen. Ebenso findet sich bei Dressel[4] eine Uebersichtskarte, gewissermassen aus der Vogelperspective gezeichnet, die einen guten Ueberblick über die Lage des Vulkans giebt. „Er versperrt das Thal in seinem hinteren Ende fast vollständig, indem er eine Felswand quer von West nach Ost bildet (seinen nördlichen Abhang), so dass nur ein schmaler Durchbruch für den Fluss übrig bleibt.“[5] Kolberg[6] hebt hervor, dass der Quilotoa Eigenschaften besitzt, die ihn von allen anderen Vulkanen Ecuadors unterscheiden: „nicht auf einem der beiden Hauptrücken des grossen Gebirges oder auf der zwischenliegenden Hochebene steht er, sondern über dem tiefen Grund eines parallelen Nebenthales hat er seinen Bau errichtet.“ Auch ist seine Gestalt eine ganz abweichende: „sie ist nicht die spitz zulaufende des Sangay, Tungurahua und Cotopaxi, sondern die eines flacheren Kegels von stark abgestumpfter Form, eines mächtig breiten Massivs.“ Diese abweichende Gestalt des Berges hebt nach den ihm bekannt gewordenen Schilderungen auch Jam. Orton[7] besonders hervor. „Durch seine Lage wird er zum niedrigsten aller grossen Vulkane Ecuadors, er ragt nur wenig über die umgebenden Berge empor, ja bleibt sogar etwa 400 m unter der nahen Cordillera de Angamarca.“ „Von Chugchilan aus,“ berichtet Reiss,[8] „gelangt man über die Pampa von Hataló zum Rande des Kraters, wo sich dem Blicke plötzlich ein ungeheurer Kraterkessel öffnet, dessen Tiefe der See (das Maar) des Quilotoa einnimmt. Die fast vertikalen Felsen, aus Trachyt und weissen Tuffen bestehend, bilden einen überraschenden Contrast mit der stillen Oberfläche der grünen,

---

[1] P. Dressel: Stimmen aus Maria-Laach. 1878. Bd. XVI.
[2] W. Reiss: Z. d. g. G. 27. 1875. p. 276.
[3] A. Stübel: Skizzen aus Ecuador. Berlin 1886. p. 77, 78.
[4] P. Dressel: Stimmen aus Maria-Laach. 1879. Bd. XVII.
[5] W. Reiss: Z. d. g. G. 27. 1875. p. 276.
[6] J. Kolberg: Nach Ecuador. 3. Aufl. Freiburg 1885. p. 399 u. folg. (K. giebt den Bericht von Dressel wieder).
[7] Jam. Orton: Americ. Journ. 45. 1868. p. 99.
[8] W. Reiss: Z. d. g. G. 27. 1875. p. 276.

geheimnissvollen Lagune." Auf der westlichen Seite des Kraterrandes gelangt man leicht zu dem etwa 300—400 m tiefer gelegenen Ufer hinab: hier hat sich durch einen Felssturz ein sanfter Abhang gebildet und eine kleine, unbedeutende Halbinsel in den See hinein geschaffen. Sonst reicht meist der See bis zu den jäh abstürzenden Felsen heran. Sein Wasser ist auffallend klar, aber von stark salzigem Geschmack und etwa um 8° C. wärmer als die mittlere Temperatur der umgebenden Luft (etwa + 16° C.). An vielen Stellen zeigt das Wasser Gasentwicklung von durchströmender Kohlensäure und riecht auch nach Schwefelwasserstoff. Es hat keinen sichtbaren Abfluss, doch rinnt dasselbe durch die lockeren Tuff- und Felsmassen und tritt am Fusse des Kegels als laue salzige Quellen wieder hervor. Nach Dressels[1]) Analyse enthält das Seewasser in 1 Liter Wasser 6,9 g Salze und zwar:

| | |
|---|---|
| $K_2SO_4$ | 0,0479 g |
| $CaSO_4$ | 0,5634 |
| $KCl$ | 0,0068 |
| $NaCl$ | 3,4910 |
| $MgCl_2$ | 2,0443 |
| $MgCO_3$ | 0,5803 |
| $FeCO_3$ | 0,0275 |
| $Al_2O_3$ | 0,0538 |
| $SiO_2$ | 0,0918 |
| | 6,9068 g |

Ueber die Bildung dieses tiefen Kraterkessels vermuthet Reiss:[2]) „Wahrscheinlich dauerten beim Quilotoa die Aschenauswürfe nach dem letzten Lavaerguss noch lange fort, und so zerstörten die damit verbundenen Explosionen einen grossen Theil des Kegels, schleuderten den Gipfel fort und bildeten schliesslich jenen grossen und tiefen Krater, welcher jetzt die Lagune lauwarmen und salzigen Wassers birgt. So erklärt sich auch die Thatsache, dass der Kegel so tief gleichsam begraben ist von Tuff- und Bimssteinmassen. Gewiss scheint mir, dass der Berg seit Menschen Gedenken keine Eruption gehabt habe, denn man findet weder Aschen noch Schlacken aus historischer Zeit." Andrerseits wird von manchen wunderbaren Vorgängen im See erzählt. So berichtet, wie Wolf[3]) uns überliefert, der Spanier Velasco (Hist. del Reino de

[1]) Dressel: Estudio sobre algunas aguas etc. Quito 1876. cf. T. Wolf: Geografía y Geología del Ecuador. Leipzig 1892. p. 638.

[2]) W. Reiss: Z. d. g. G. 27. 1875. p. 280.

[3]) Wolf: Geognost. Mittheil. IV. Kritische Zusammenstellung der in Ecuador stattgefundenen Vulkanausbrüche und Erdbeben seit der Zeit der Conquista. Neues Jahrb. f. Min. 1875. p. 561.

Quito I. 12), dass im Jahre 1725 das Niveau der Lagune plötzlich um 70 Varas gestiegen sei und die früher existirende Insel bedeckt habe. Ebenso soll es im Dezember 1740 gewesen sein (nach Mittheilungen des Marques de Maënza an Herrn De La Condamine.)[1] Alcedo (Diccion. geograf.-hist. de las Indias IV. 364) setzt diese Vorgänge in die Jahre 1739 und 1743. Wagner,[2] der infolge des Bürgerkrieges 1859 verhindert war, den Berg selbst zu besuchen, beschränkt sich darauf, die vorerwähnten Berichte über die Erscheinnngen des Kratersees zu rekapituliren.

Die südwärts diesen Gebirgen sich anschliessenden Bergketten sind noch ganz unerforscht. Wir sind daher einzig und allein auf den Bericht von W. Reiss[3]) beschränkt: „Diese Berggruppe, die zum grossen Theil aus alten Gesteins- und Schichtenmassen besteht, erstreckt sich von der Quelle des Rio Toachi bis zum Fusse des Carihuairazo und von den Páramos von Cusnbamba bis zum Flecken Angamarca. Die höchsten Punkte sind die Kämme Michacalá und Ticsan, die Berge von Cuchihuazi und Guagua-aparishca-rumi, welche häufig von Schnee bedeckt sind. Schiefer, Sandsteine, Conglomerate, Porphyre und Melaphyre setzen das Gebirge in seinem nördlichen und westlichen Theil bis zu einer Höhe von 4000 m zusammen, während die die Höhen der Cordillere bedeckenden vulkanischen Bildungen gegen Süden sich hinabsenken, um sich mit den Laven des Carihuairazo zu vereinigen. Breccien und trachytische Conglomerate und Bimssteintuffe, in mächtige Bänke gesondert, zuweilen mit trachytischen Massen anstehend, charakterisiren in diesem Gebiet die vulkanische Formation, deren Laven theils denen des Quilotoa gleichen, theils, eine perlitische Struktur annehmend, an die Gesteine des Gnamaní erinnern, während die Lavaströme in der Gegend von Llangagua sich den Trachytvarietäten des Carihuairazo nähern."

Diesen Ketten, gegen die Hochebene von Latacunga vorgelagert, erhebt sich das Gebiet des Quispicasha, eines nur von Dr. Stübel besuchten und sonst gänzlich unbekannten Berges. Merkwürdig erscheint sein durch schollenartige rothgefärbte Laven weithin sichtbarer Gipfel.

[1]) cf. La Condamine: Journal du voyage etc. p. 61/62.
[2]) Wagner: Naturwissenschaftl. Reisen etc. p. 455.
[3]) W. Reiss: Z. d. g. G. 27. 1875. p. 281.

# Mineralogisch-petrographische Untersuchungen.

## A. Alte Gesteine.

Alte Eruptivgesteine sind in der West-Cordillere von Ecuador allgemein verbreitet: sie bilden den Grundstock des ganzen Gebirgszuges, sind aber meist von jungvulkanischen Produkten überlagert. Man findet sie daher gewöhnlich nur entweder anstehend auf dem Grund der durch Erosion der Gewässer tief in das Gebirgsmassiv eingeschnittenen Flussthäler oder als Rollstücke in den von den Bergen kommenden Strömen. Verschiedentlich sind daher auch schon in früheren Arbeiten alte Gesteine vom Grundstock der ecuatorianischen West-Cordillere beschrieben worden, aus dem dieser Arbeit gewidmeten Gebiet allerdings nur ein einziger Porphyrit von Žujović in seinem Werke „Les roches des Cordillères". Die mir in den oben erwähnten drei Sammlungen zur Verfügung stehenden alten Gesteine vertheilen sich auf die plagioklashaltigen Abtheilungen und gehören den Familien der Diorite, Diabase, Porphyrite und Diabasporphyrite an.

### *I. Diorit.*

Diorit findet sich anstehend „westlich vom Cerro Puntas bei Rumipungu, in grossen Felsen am Weg nach Quevedo," ferner „in grossen Blöcken beim Aufstieg vom Rio Guaiama (ca. 3050 m) nach Chugchilan" und „im Orte Sigchos (2928 m)" — ausserdem als Gerölle mehrfach „im Rio Toachi an der Puente de Sigchos (2497 m)" und in der „Quebrada bei Mulinlivi am Weg von Pujili nach Tiupullo."

Mit Ausnahme des Gesteines beim Aufstieg vom Rio Guaiama, das als Quarz-

augit-Diorit zu bezeichnen ist, und des einen Rollstückes, welches Quarzglimmer-Diorit ist, sind die übrigen Vertreter der Quarzhornblende-Diorite, von denen einige (Block im Orte Sigchos, Rio Toachi bei Sigchos) auch dunklen Glimmer enthalten.

### a. Quarzhornblende-Diorit.

Makroskopisch erscheinen diese Diorite als granitisch-körnige Gemenge von vorwiegend Feldspath und Hornblende. Gelegentlich erkennt man auch rauchgrauen Quarz. Die Gesteine sind frisch und zeigen einen zum Theil helleren, zum Theil dunkleren Habitus. In den hellen weissen Stücken vom Cerro Puntas und aus dem Rio Toachi liegen in einem deutlichen Feldspathuntergrund grünlichschwarze Hornblenden, in den dunkleren Gesteinen bilden dagegen Feldspath und dunkelgrüne Hornblende ein mehr gleichmässiges körniges Gemenge.

U. d. M. zeigen die Gesteine granitisch-körnige Struktur und sind vorwiegend aus Plagioklas, Quarz und Hornblende zusammengesetzt. Von diesen überwiegt der Feldspath. Neben den eben genannten drei Mineralien finden sich noch Glimmer, Eisenerz, Apatit und Titanit. In dem einen sehr frischen Gestein aus dem Rio Toachi erscheint auch noch Augit als mikroskopischer Gemengtheil.

Der Feldspath erweist sich allgemein als Plagioklas in leistenförmigen Durchschnitten. Zwillingsbildung nach dem Periklingesetz tritt bei weitem seltener als die nach dem Albitgesetz auf. Seinem optischen Charakter nach dürfte der Plagioklas zu den Gliedern dieser Familie zu stellen sein, die einen mittleren und darüber hinausgehenden Gehalt an $SiO^2$ besitzen; es tritt dies durch seine Auslöschungsschiefen von fast 0° bis zu ca. — 15° in Schnitten parallel $\infty P \breve{\infty}$ (010) zu Tage. Zonarstruktur erscheint vereinzelt. Die Menge der eingeschlossenen Substanzen ist eine sehr wechselnde: als solche finden sich alle übrigen in diesen Gesteinen vorhandenen Mineralien. Stellenweise (z. B. Quebrada bei Mulinliví) ist Quarz häufig in die Feldspathkrystalle eingedrungen und erfüllt diese der Art, dass eine an granophyrische Verwachsung erinnernde Erscheinung herauskommt. Chlorit, Brauneisenerz und seltener Epidot haben sich vielfach auf Spalten und Rissen der Krystalle angesiedelt. Der Grad der Verwitterung ist dabei ein sehr verschiedener: bald beginnt sie erst, bald ist fast jede Feldspathsubstanz schon verschwunden. An ihre Stelle tritt Kaolin oder Muskovit, auch Epidot.

Der Quarz erscheint als der jüngst gebildete Gemengtheil. Er erfüllt die Lücken zwischen den übrigen Gesteinsbestandtheilen. Seine Form ist daher ganz unregelmässig; er erscheint in gelappten, ausgebuchteten oder verrundeten Partien, die von unregel-

mässigen Sprüngen durchzogen werden. Stellenweise auch zeigt er undulöse Auslöschung, mitunter auch werden Partien, die durch andere Gesteinsgemengtheile völlig getrennt sind, zwischen gekreuzten Nikols gleichzeitig dunkel, haben also dieselbe krystallographische Orientirung. (Rio Toachi, Puente de Sigchos.) Gewöhnlich ist der Quarz einschlussarm, hie und da enthält er Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse.

Die **Hornblende** ist vorwiegend die gewöhnliche grüne. Sie zeigt deutlichen Pleochroismus: auf Längsschnitten in grünen Tönen, wenn die Polarisationsebene des unteren Nicols ungefähr $\perp c$ verläuft, und in grünlichgelben Tönen, wenn dieselbe annähernd $\parallel c$ geht. Auf Querschnitten zeigt sie grüne Färbung, wenn die kurze Diagonale der durch die Spaltrisse gebildeten Rhomben $\parallel$ der Polarisationsebene des unteren Nicols geht, und hellgelblichgrüne in der dazu senkrechten Lage. — Neben dieser Hornblende findet sich in dem einen Diorit von Sigchos noch eine hellere, fast ungefärbte Varietät in fasrigen, verworrenen Büscheln. Bei ihr ist der Pleochroismus äusserst schwach. — Zuweilen (Rio Toachi, Puente de Sigchos) zeigt der Amphibol Krystallformen, meist jedoch tritt er in unregelmässigen Partien auf oder erfüllt in kleineren Körnern das alsdann vorherrschende Quarzfeldspathgemenge. Die krystallographische Form der Hornblende ist die kurzer gedrungener Säulen, die von $\infty P\,(110)$ und $\infty P\breve{\infty}\,(010)$ begrenzt werden. Terminal sind Begrenzungsflächen selten oder verrundet, oder die Krystalle entbehren überhaupt oben und unten jeder krystallographischen Begrenzung. Die Spaltbarkeit ist stets deutlich. Zwillingsbildung nach $\infty P\bar{\infty}\,(100)$ ist verbreitet, oft erscheint sie der Art, dass einem Krystall eine Zwillingslamelle eingeschaltet ist. Verwachsungen mit Biotit wie Augit kommen vor. In dem Quarzdiorit von Sigchos erscheint öfters ein Augitkern umgeben von Hornblende. Die den Amphibol durchsetzenden Spaltrisse gehen dabei auf Längsschnitten ohne Unterbrechung durch den Pyroxen hindurch: die Verwachsung geschieht also so, dass beide Mineralien die Prismenzone gemein haben. Die ganze Erscheinung ist dabei der Art, dass an eine Uralitisirung nicht wohl gedacht werden kann. Bei genauerer Untersuchung dieser Verwachsungsweise ergiebt sich ausserdem, dass Hornblende und Augit durch die Natur so zu einander orientirt stehen, dass die kleineren Elasticitätsaxen beider nach derselben Richtung von der Vertikalaxe aus abweichen, was in Uebereinstimmung mit den früher bekannten Arten der Verwachsung dieser beiden Mineralien steht.[1]) Bei Verwachsung von Amphibol mit Biotit liegen in den Längsschnitten durch die Hornblende die Spaltrisse von Hornblende und Glimmer parallel. — Einschlüsse enthält der Amphibol fast immer, jedoch nie reichlich.

[1]) G. H. Williams: On the Hornblende of St. Lawrence County, N. Y., and its gliding planes. Americ. Journ. 1890, 39. 352.

Als solche finden sich besonders Magnetit, Apatit und Titanit. Meist ist auch die Hornblende noch recht frisch, selten (westlich vom Cerro Puntas) zeigt sie beginnende Chloritisirung.

Der Glimmer ist ein dunkler Biotit und erscheint bald in unregelmässigen, gelappten Partien ‖ 0 P (001), die im convergenten Licht von scheinbarer Einaxigkeit sind, bald in parallel den Spaltrissen gestreckten Längsschnitten. Als Einschlüsse erscheinen Apatit und Eisenerz. Der Verwitternng ist er weit leichter zugänglich als die Hornblende. So zeigt er reichlich Ausscheidnng von Eisenerz und Bildung chloritischer Prodnkte. Dabei sind die Biotitleistchen parallel den Spaltrissen aufgeblättert und von den eben genannten Secundärprodukten erfüllt. Hio nnd da zeigen einzelne Durchschnitte anch Biegungs- und Drnckerscheinungen.

Angit erscheint accessorisch in dem Gestein von Sigchos. Er ist farblos, ohne krystallographische Begrenzung und meist in der oben erörterten Weise von Hornblende umwachsen. Anf den Spaltrissen haben sich vielfach Eisenoxydhydrate niedergelassen. Einschlüsse bilden Eisenerz, wie Apatit.

Eisenerz ist sehr verbreitet und scheint sowohl Magnet- wie Titaneisenerz zn sein. Es tritt meist in Körnern und zerfaserten Partien auf; oft anch finden sich dem regulären System des Magnetits entsprechende qnadratische und dreieckige Durchschnitto. Vereinzelt umschliesst es Apatitkryställchen.

Titanit ist in einzelnen der Gesteine vorhanden; meist bildet er unregelmässige Körner, seltener Säulchen nach $^2/_3$ P $\grave{2}$ $(\bar{1}23)$. Gewöhnlich ist er farblos, hie und da schwach rosa nnd besitzt dann einen schwachen Pleochroismns in gelblichen und röthlichen Tönen.

Apatit ist meist vorhanden, besonders reichlich tritt er in dem Diorit von Sigchos auf. Seine Krystalle sind säulenförmig von der Form $\infty$ P $(10\bar{1}0)$ . P $(10\bar{1}1)$, wozu gelegentlich anch noch 0 P (0001) hinzntritt. Die Sänlchen sind bald kurz und dick, bald lang nnd dünn. Die Längsschnitte zeigen des Oefteren wiederholte Quergliederung. In dem eben erwähnten Gestein von Sigchos ist besonders sein kräftiger Pleochroismus sehr auffallend. Derselbe ist oft so stark, dass man versucht sein könnte, das Mineral für Turmalin zu halten. Jedoch ist die Absorption $e > o$. Die Apatitlängsschnitte erscheinen hellviolett, wenn ihre $c$-Axe parallel der Polarisationsebene des unteren Nicols geht, nnd dunkelviolett in der dazu senkrechten Richtung. Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse sind ziemlich häufig.

### b. Quarzaugit-Diorit.

Als Quarzaugitdiorit bestimmt sich das Gestein „vom Aufstieg vom Rio Guaiama nach Chugchilan.“ Dasselbe erscheint ziemlich frisch und ist von dunkler Farbe nnd lässt in der Hauptsache Feldspath und ölgrüne Säulchen von Augit als Gemengtheile erkennen.

U. d. M. betheiligen sich vor allem Plagioklas, Qnarz, Angit, spärlich Hornblende und Apatit an dem Aufbau des Gesteins. Dasselbe erscheint vorwiegend aus den ersten beiden Gemengtheilen bestehend, dazwischen drängen sich zahlreiche grüne Serpentinmassen und kleine Augite und Hornblende. Die Struktur des Gesteins ist dioritisch. Eisenerz ist desgleichen sehr verbreitet, erscheint jedoch in seinem Auftreten mehr lokalisirt: es findet sich besonders in grösseren, einsprenglingsartigen Partien, die man als Augitaugen bezeichnen könnte.

Der Plagioklas bildet vorwiegend kleine Leisten, daneben finden sich jedoch auch grössere Krystalle. Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz ist sehr häufig, seltener sind Periklinlamellen. Sehr ausgeprägt erscheint die Zonarstruktur: manche Krystalle zeigen einen reichen Wechsel an Zonen. Viele der Individnen sind stark von Serpentin infiltrirt.

Der Augit ist sowohl als monokliner, wie auch als rhombischer vertreten. Der monokline erscheint (abgesehen von seinem Vorkommen in den Augen) in farblosen, unregelmässigen Körnern und ist verbältnissmässig noch frisch. — Weit mehr angegriffen als der monokline Pyroxen ist sein rhombischer Genosse. Derselbe bildet kleine Säulen mit scharf contourirter Begrenzung. Sein Pleochroismus auf Längsschnitten (in lichtröthlichen nnd hellgrauen Tönen) ist nicht sehr ausgeprägt. Oft zeigen die Säulchen die charakteristische Querabsonderung. Meist ist er zum grösseren Theil zu Serpentin verwandelt.

Die oben erwähnten Augitaugen haben rundliche oder längliche Gestalt und bestehen ans rhombischem Augit in grösseren Krystallen, kleinen Säulen monoklinen Angits, Feldspathkörnern, Fetzen von Hornblende und ziemlich reichlich Eisenerz. Die Hornblende zeigt schwachen Pleochroismus zwischen farblos und lichtröthlich. Daneben kommt indess auch grünliche Hornblende vor. Diese Angen erinnern sehr an die Erscheinung, die sich in vulkanischen Gesteinen bei der Hornblende findet, wenn diese durch die Einwirkung des Magmas eine Umwandlung erleidet. Das Gestein macht jedoch makroskopisch nicht den Eindruck eines jungen Gesteines.

### c. Quarzglimmer-Diorit.

Ein Geröll aus dem „Rio Toachi an der Puente de Sigchos" erscheint als körniges Gemenge von Feldspath und einer grünen, durch Verwitterung entstandenen Masse. Der Feldspath tritt dabei in zwei Typen auf, einmal in krystallographisch begrenzten grösseren Leisten und Tafeln, das andere Mal als winziger, nur durch seine weisse Farbe erkennbarer Bestandtheil jener grünen Massen. Hie und da erkennt man auch Flecke von Eisenoxydhydrat.

U. d. M. erweist sich das Gestein als verwitterter Quarzglimmerdiorit, indem es eine granitisch-körnige Zusammensetzung von Plagioklas, Quarz und Verwitterungsprodukten zeigt. Letztere sind zum grossen Theil chloritische Bildungen, deren Ursprung sich auf Glimmer zurückführen lässt. Man erkennt oft ausgezeichnete Pseudomorphosen von Chlorit nach Glimmer. Gestreckte, bisweilen gebogene Leisten, wie sie so oft der Biotit im Gestein zeigt, sind völlig chloritisirt. Diesen Neubildungen nach zu urtheilen muss sich der Glimmer ehemals sehr stark am Aufbau des Gesteins betheiligt haben, sodass man dieses wohl mit Recht zu dieser Abtheilung der Diorite stellen kann. Andere Sekundärprodukte sind Epidot und vor allem Kaolin oder Muskovit. Diese finden sich besonders in den zahlreich im Gestein vorhandenen grösseren Plagioklasindividuen. Diese grösseren Feldspäthe zeigen meist deutliche Krystallform und sind leistenförmig entwickelt; die ausserdem vorkommenden zahlreichen kleineren sind mehr körnerartig. Als Einschluss findet sich hie und da Apatit und Eisenerz, letzteres auch zu Brauneisen verwandelt. Neben dem Plagioklas betheiligt sich vornehmlich noch Quarz an dem Gesteinsgemenge. Dieser letztere bildet kleine, unregelmässige Körner, die zahlreich zwischen dem Plagioklas und den chloritischen Produkten zerstreut liegen. Er ist fast einschlussfrei.

## *II. Diabas.*

In den benutzten Sammlungen findet sich nur ein einziges Gestein, welches zur Gruppe der Diabase zu stellen ist. Als Fundort wird angegeben: „Absturz vom Orte nach dem Fluss, rechte Seite des Rio Guambana, linke Seite Quebrada Cachiyacu (ca. 2500 m), Cordillera de Angamarca." Dasselbe erscheint als dioritähnliches Gestein von mittlerem Korn und ziemlich frischem Aussehen und zeigt eine grünlichweisse Feldspathmasse, in der zahlreiche grünschwarze Augitsäulchen eingestreut liegen.

Auch u. d. M. dokumentirt das Gestein seine Mittelstellung zwischen Diorit und Diabas. Seine ursprünglichen Gemengtheile bilden ein Gemenge hauptsächlich von

ziemlich breit entwickelten Plagioklasleisten, untermischt mit wehl begrenzten Krystallen und körnerartigen Partien ven Augit, neben welchem Eisenerz nicht fehlt.

Die Ansbildnngsweise des **Feldspathes** ist meist leistenförmig. Die Leisen erscheinen etwa doppelt se lang wie breit und sind meist nur seitlich von $\infty P \breve{\infty}$ (010), dagegen terminal nie krystallographisch begrenzt. Zwillingsbildung ist allgemein, besonders solche nach dem Albitgesetz. Die Auslöschnngsschiefen sind gering. Meist ist das Innere der Krystalle durch Verwitterung von glimmerartigen Schüppchen erfüllt, gewöhnlich ist nur noch eine schmale Randzone reinere Plagioklassubstanz. Hie und da zeigt sich auch Epidotbildung.

Der **Pyroxen** bildet grosse, in der Richtung der Vertikalaxe gestreckte Krystalle, die in der Prismenzone von $\infty P$ (110), $\infty P \bar{\infty}$ (100) und $\infty P \breve{\infty}$ (010), ehen und unten dagegen gewöhnlich unregelmässig begrenzt sind. Vereinzelt nur erscheinen terminale Flächen (Basis oder Pyramiden- respective Domenflächen). Die prismatische Spaltbarkeit ist dentlich erkennbar. Zwillingskrystalle, zuweilen in lamellarer Ansbildung, nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) sind nicht selten. Der Angit ist hell, fast farblos und ehne Pleochroismus. An Einschlüssen ist er arm: vornehmlich ist Eisenerz vertreten, daneben finden sich auch stellenweise gelbe, erdige Einschlüsse, die gern eine zonare Anerdnung zu den Umrissen des Wirthes erkennen lassen. Der Erhaltnngszustand der Augite ist vielfach noch ein sehr guter. Häufig finden sich jedoch im Gestein Bildungen von Chlorit. Da der Pyroxen der einzige Gemengtheil ist, ans dem diese chloritischen Massen entstehen konnten, so liegt die Vermuthung ihrer Abstammung von Augit nahe. Vielfach sind Anzeichen dafür verhanden, dass bei der Umänderung des Augites sich zunächst erst Hornblende bildete.[1] Es finden sich nämlich nicht nur öfters unregelmässige Fetzen von Hornblende in Augit, sowie faserige Anhängsel von Amphibol an den Pyroxendurchschnitten, sondern zuweilen ist selbst zu erkennen, wie zwischen dem äussersten Chloritrande und dem Angitkern noch eine Hornblendezone erhalten ist.

Das **Eisenerz** scheint seinem zerhackten Aussehen nach oft Titaneisenerz zu sein, seltener finden sich Schnitte von ungefähr quadratischer Form, die für Magneteisenerz sprechen.

Hie und da zeigt sich auch **Quarz** in einschlussfreien Körnern ven wohl sekundärer Bildnng.

### *III. Porphyrit.*

Žnjović[2] beschreibt ans dem in Rede stehenden Gebiet vom Ostabhang der West-Cordillere einen Dieritporphyrit vem „Rie Toachi“ als „porphyrite andésitique“. Die

[1]) Herz l. c. p. 19 beschreibt bei Diabasen vom Pichincha und Pululagua ähnliche Umwandlungsprocesse.
[2]) Žujović: Les roches des Cordillères. Paris 1884. p. 36.

von mir untersuchten hierher gehörigen Gesteine finden sich mit Ausnahme eines Porphyrites von Angamarca sämmtlich im Stromgebiet des Rio Toachi, sowohl anstehend, wie im Flusse „zwischen Chugchilan und Guantabaló (2500 m)“ und weiter stromabwärts „am linken Ufer an der Puente de Sigchos (2400 m),“ — wie auch als Gerölle „bei Pilapujin am rechten Ufer bei der Hacienda Tigua“ und am linken Ufer mehrfach „an der Puente de Sigchos“.

Die Struktur dieser Gesteine ist durchweg ausgesprochen porphyrisch, die Grösse und Zahl der Einsprenglinge allerdings sehr schwankend. In gewöhnlich dunkler, grüner oder blauschwarzer, hie und da auch hellerer, grau oder grüngrau erscheinender Grundmasse liegen zahlreiche Einsprenglinge von geringer bis mittlerer Grösse entweder von Feldspath (Puente de Sigchos, Angamarca), oder von Feldspath und Hornblende (Puente de Sigchos, Weg von Chugchilan nach Guantahaló, Rio Toachi bei Pilapujin) oder auch nur von Hornblende (Puente de Sigchos, Hacienda de Tigua). Der Feldspath erscheint in leisten- oder tafelförmigen Krystallen von weisser oder grüner Farbe. In zweien der Gesteine (Rio Toachi bei Sigchos, Angamarca) erkennt man vielfach deutlich die charakteristischen begrenzenden Krystallflächen. Eigenthümlich ist in dem einen Porphyrit zwischen Chugchilan und Guantahaló die Ausbildung der Feldspatheinsprenglinge, die vielfach eine weisse Randzone und einen mattgrünen Kern besitzen, welch' letzterer, wie sich u. d. M. herausstellt, sekundär gebildeter Epidot ist. — Der Amphibol erscheint in glänzend schwarzen Säulchen, zum Theil in sehr reichlicher Menge. Der eine der Porphyrite von Sigchos, der nur Hornblende als Einsprenglinge führt, zeigt eine eigenthümliche schlierige Ausbildung, indem helle, feldspathreichere und schwarzgrüne, feldspathärmere Partien mehrfach wechseln. Accessorisch tritt in dem einen Gestein aus dem Rio Toachi bei Sigchos, wie in dem Porphyrit zwischen Chugchilan und Guantahaló Erz in kleinen bronzegelben, metallisch glänzenden Körnchen auf. Durch Sekundärprocesse haben sich in manchem Gestein Butzen von Kalkspath oder hellgelbgrüne Körner von Epidot gebildet.

U. d. M. erscheinen die Gesteine durchweg deutlich porphyrisch: in stets holokrystalliner Grundmasse kommen als Einsprenglinge vor: Feldspath, Hornblende, Magnet- und Titaneisenerz, daneben auch Quarz und Apatit. Verwitterungsprodukte sind Epidot, Chlorit, Serpentin, Calcit und Brauneisenerz, in dem einen der Porphyrite auch Titanit als Umwandlungsprodukt aus Titaneisenerz (s. g. Leukoxen).

Es sind demnach sämmtliche hierhergehörigen Gesteine als Hornblende- resp. Quarzhornblende-Porphyrite (Sigchos) zu bezeichnen.

Der bei weitem häufigste Gemengtheil ist der Plagioklas. Gewöhnlich erscheint er in schmalen, in der Richtung der Brachydiagonale gestreckten oder durch Vor-

herrschen von $\infty P \breve{\infty}$ (010) tafelförmig begrenzten Krystallen. Polysynthetischer Zwillingsbau nach dem Albitgesetz ist allgemein verbreitet, weniger häufig sind Zwillinge nach dem Periklin- und Karlsbader Gesetz. Seine Auslöschungsschiefe ist vielfach gleich $0^{\circ}$ oder weicht nur wenige Grade von der Richtung der basischen Spaltbarkeit auf $M$ ab (also etwa vom Andesincharakter). Zonarstruktur ist vielfach beobachtet. Zum grossen Theil sind die Krystalle schon recht verwittert und erfüllt von Sekundärprodukten, oft der Art, dass alle sonst bei den Plagioklasen in die Augen fallenden Details, wie Zwillingslamellirung, Zonarstruktur etc. verschwunden sind. So hat sich reichlich Kaolin, Chlorit, Kalkspath, stellenweise auch Epidot und Quarz gebildet. Daneben hat sich oft auch Brauneisenerz angesiedelt.

Amphibol ist immer ziemlich verbreitet; er ist der gewöhnliche grüne: in in Schnitten ‖ $c$ mit deutlichem Pleochroismus, der zwischen gelbgrün, wenn die Polarisationsebene des unteren Nicols parallel der Vertikalaxe geht, und olivgrün in der dazu senkrechten Lage wechselt. In manchen der Gesteine (z. B. bei Sigchos oder „zwischen Chugchilan und Guantahaló") wechselt derselbe auch zwischen grau- und blaugrünen Farben (Pol.-Ebene ‖ und ⊥ $c$). Die Krystalle sind meist kurze Säulen, die von $\infty P$ (110) und $\infty P \breve{\infty}$ (010) umschlossen werden, während an den Enden eine Begrenzung durch Krystallflächen nicht immer vorhanden ist. Bisweilen zeigt sich ein durch hellere und dunklere Farbentöne angedeuteter zonarer Aufbau der Individuen (Puente de Sigchos). Hie und da erkennt man auch Zwillingskrystalle nach $\infty P \infty$ (100). Als Einschlüsse zeigen sich bisweilen Magnetit, Ilmenit, auch zu s. g. Leukoxen verwandelt, und Apatit. Gelegentlich hat auch eine Infiltration von Brauneisenerz stattgehabt. In manchen Gesteinen ist die Hornblende verwittert und zum Theil chloritisirt, manchmal der Art, dass aussen ein Chloritrand sich findet, während der Kern von Calcit erfüllt ist. Die Amphibol-Einsprenglinge eines der Gerölle von Sigchos zeigen mitunter starke mechanische Einwirkungen, die sich in Zerbrechungen und Verbiegungen äussern. Dieselbe Ursache hat eine andere Erscheinung: längs des einen Einsprenglings ist der eine Rand bandartig ab- und ausgequetscht worden und zeigt starke undulöse Auslöschung.

Quarz ist als Einsprengling selten und erscheint meist in unregelmässigen Körnern. Vielfach ist er wohl sicher erst sekundär gebildet worden: so erfüllt er als Neubildung in einem verwitterten Geröll aus dem Rio Toachi bei Pilapujin oft die Zwischenräume zwischen dem reichlich vorhandenen Epidot.

Magnetit ist ein steter Gemengtheil und bildet bald unregelmässige Körner, bald kleine Oktaëder, die mitunter auch nach dem Spinellgesetz verzwillingt sind.

Ilmenit ist weniger verbreitet, kommt jedoch andererseits auch (Rio Toachi bei Sigchos) ausschliesslich vor. Meist erscheint das Titaneisenerz in unregelmässigen, gezackten Partien, die z. Th. in s. g. Leukoxen umgewandelt sind. Bei diesem Process ist die Verwitterung gewöhnlich lamellenweise vor sich gegangen, indem zwischen dem Titanit noch schmale Reste von Titaneisen stehen geblieben sind. Gewöhnlich findet sich nur ein solches Lamellensystem, an einer Stelle sind es auch deren zwei, die sich unter einem Winkel von etwa 60° schneiden.

Apatit zeigt sich hie und da in kleinen farblosen Säulen.

Von Verwitterungsprodukten tritt namentlich oft Epidot in grösserer Menge auf, dessen Krystalle, in der Richtung der Orthodiagonale gestreckt, meist zu radialstrahligen Partien vereinigt sind. Er ist meist farblos oder leicht grünlich gefärbt, mit schwachem Pleochroismus in gelblichen und grünen Tönen. Schnitte ‖ der Axe $b$ lassen im convergenten polarisirten Licht deutlich die Lage der optischen Axenebene als in der Symmetrieebene erkennen. Spaltbarkeit ‖ $0P(001)$ und eine vielfache unregelmässige Zerklüftung ungefähr ‖ $\infty P \grave{\infty} (010)$ ist oft wahrzunehmen.

Kalkspath ist ziemlich häufig und bildet mitunter grössere Partien im Gestein, ist aber meist im Plagioklas oder im Amphibol anzutreffen. Stellenweise zeigt er deutliche Spaltbarkeit nach $R\pi(10\bar{1}1)$, wie auch Zwillingsbildung nach $-\frac{1}{2}R\pi(01\bar{1}2)$.

Eisenoxydhydrat fehlt fast in keinem Gestein. Bei beginnender Verwitterung findet es sich besonders der Hornblende angelagert, bei den schon stärker verwitterten Porphyriten erfüllt es Grundmasse wie Einsprenglinge in reicher Menge.

Grundmasse ist gewöhnlich reichlich vorhanden oder tritt wenigstens den Einsprenglingen gegenüber nie zurück. Sie ist stets holokrystallin und erscheint als ein hypidiomorph-körniges Gemenge von Feldspath und Quarz. Hie und da betheiligt sich auch Hornblende an dem Aufbau der Grundmasse (Pilapujin, Puente de Sigchos). Der Feldspath bildet vorzugsweise allotriomorphe Körner, selten kleine Leistchen. Die Hornblende erscheint meist in kleinen, schmalen Säulchen von grüner Farbe. Chloritische Produkte und Eisenoxydhydrate fehlen auch nicht in manchen der Grundmassen dieser Porphyrite.

## *IV. Diabasporphyrit.*

Anstehend findet sich Diabasporphyrit in der Cordillera de Llangagua am „Filo zwischen Zarripo und Milni (3951 m)“, an der „linken Seite des Hondon de Pigua, gegenüber der Vaquería de Pigua“ in der Cordillera de Angamarca und „westlich vom Cerro Puntas bei Rumipungu am Weg nach Quevedo“ in der westlichen Bergkette des

Toachi-Thales. Als Gerölle wurde er im „Rio Toachi an der Puente de Sigchos (2497 m)“ gefunden. Dieses letzte Gestein namentlich ist noch von besonderer Frische und interessant durch das ziemlich reichliche Auftreten von Amphibol in grossen Einsprenglingen. Es erinnert dadurch an den von Streng[1]) beschriebenen Hornblendediabas von Gräveneck bei Weilburg a. d. Lahn. Es sieht fast dicht aus, ist von dunkelgrüner Farbe und führt vereinzelt grosse, frische, glänzende Krystalle von schwarzer Hornblende. — Ebenso wie dieses Gestein gehört auch jenes vom Cerro Puntas zu den Augitporphyriten, allerdings ist der Pyroxen zum grössten Theil uralitisirt. Makroskopisch erkennt man in dichter, schwarzgrüner Grundmasse schwarze Augitkrystalle. — Dem Spilittypus gehört das oben erwähnte dichte grüne Gestein mit reicher Kalkspathbildung vom Filo zwischen Zarripo und Milni zu; als verwitterter Diabasporphyrit ist endlich das Gestein vom Hondon de Pigua zu bezeichnen. Dasselbe enthält in rothbraunschwarzer dichter Grundmasse zahlreiche verwitterte Feldspathleisten.

U. d. M. zeigen sämmtliche Gesteine in bald holokrystalliner, bald pilotaxitischer[2]) Grundmasse Einsprenglinge von Plagioklas, Augit und Eisenerz. Accessorisch erscheint noch Hornblende (Rio Toachi, Puente de Sigchos). Von Sekundärprodukten macht sich vor allem Calcit sehr breit, er erfüllt oft in grossen Partien Lücken und Hohlräume im Gestein. Daneben findet sich vielfach Chlorit, Brauneisenerz, seltener Epidot. Gelegentlich erscheint auch einmal ein Quarzkörnchen.

Plagioklas tritt als Einsprengling gegenüber dem der Grundmasse bald mehr hervor, bald mehr zurück. Gewöhnlich ist er leistenförmig in der Richtung der $\breve{a}$-Axe entwickelt mit seitlicher Begrenzung durch $\infty P \breve{\infty}$ (010), in der Prismenzone von $\infty P'_{,}$ (110) und $\infty {}_{,}'P$ $(1\bar{1}0)$. Oft auch erkennt man schön idiomorphe Schnitte nach $\infty P \breve{\infty}$ (010), begrenzt von $\infty P'_{,}$ (110), $\infty {}_{,}'P$ $(1\bar{1}0)$, 0 P (001) und ${}_{,}P_{,}\bar{\infty}$ (101). Die basische Spaltbarkeit kommt auf solchen Schnitten gut zum Ausdruck. Seiner Auslöschungsschiefe nach gehört der Plagioklas etwa zum Labradorit: in mehreren Fällen wurde auf *M* eine Schiefe von 16—18° (im negativen Sinn der üblichen Bezeichnungsweise) gemessen. Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz ist allgemein, seltener ist die nach dem Periklingesetz. Zonarstruktur ist bisweilen angedeutet. Eigenthümlich ist in dem Gestein vom „Hondon de Pigua“ eine sehr verbreitete Aureolenbildung um die porphyrischen Feldspathkrystalle, indem büschelförmig unregelmässige Feldspathmassen den Einsprenglingen ansitzen, die nicht selten gleichzeitig mit diesen auslöschen. Es handelt sich hierbei allem Anschein nach um ein Weiterwachsen der alten Feldspath-

[1]) Streng: Ueber den Hornblendediabas von Weilburg. XXII. Ber. d. Oberhess. Ges. f. Nat.- u. Heilkunde. 1883. p. 232.

[2]) Rosenbusch: Mikr. Physiographie. 1887. II. p. 466.

einsprenglinge zur Zeit der Bildung der Grundmasse. Die angelagerte Feldspathsubstanz konnte sich nicht mehr unter Wahrung der äusseren krystallographischen Begrenzung auf dem Feldspathkern ablagern, indess wurde doch die krystallographische Parallelstellung mit dem letzteren öfters erlangt, wie die gleichzeitige Auslöschung von Kern und Aureole in solchen Fällen ergiebt. Auch die Färbungen bei eingeschobenen Gypsblättchen sind in beiden Theilen entsprechend. Fig. A. stellt einen solchen Fall dar: die linke Aureole löscht nicht mit der benachbarten Zwillingslamelle I, sondern mit der als II bezeichneten zusammen aus. Sie stellt mithin eine zu I in Zwillingsstellung befindliche Partie des Ganzen dar, sodass also die Ausbildung der Zwillingslamellirung auch bei der Aureolenbildung gewahrt bleibt. — An Einschlüssen ist der Feldspath arm: gelegentlich bilden Eisenerz, Augit und Glas Interpositionen. Der Erhaltungszustand ist ein sehr verschiedener: bald sind die Krystalle noch frisch, bald schon stark verwittert. Gewöhnlich beginnt die Verwitterung central, doch gelegentlich auch zonar oder peripherisch. Meist führt sie zur Bildung von Kaolin oder hellen Glimmerschüppchen, hie und da auch bildet sich Epidot. Sekundär erscheinen Chlorit, Kalkspath und Brauneisenerz.



A.

Der **Augit** ist als Einsprengling recht häufig. Er ist meist farblos oder leicht grünlich gefärbt, mit geringem Pleochroismus. Im Allgemeinen bildet er Körner oder vertikal unregelmässig begrenzte Säulen. Zwillingsbildung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) ist verbreitet. Die prismatische Spaltbarkeit kommt überall gut zum Ausdruck. Von eingeschlossenen Substanzen finden sich Eisenerz, auch Glas. In manchen Gesteinen ist der Augit schon recht verwittert. Als Endprodukt erscheint sowohl uralitische Hornblende als auch Chlorit, Eisenerz und Calcit.

Primäre **Hornblende** findet sich nur in dem Geröll bei Puente de Sigchos. Sie ist im Dünnschliff von grüner Farbe, mit deutlichem Pleochroismus in dunkel- resp. graugrünen Tönen (Pol.-Ebene $\perp$ und $\parallel$ *c*). Die Krystalle bilden meist breite Säulen, die in der Richtung der Vertikalaxe von der Basis und Domen- oder Pyramidenflächen begrenzt sind.

**Eisenerz** ist überall verbreitet und dürfte sowohl Magnetit wie Ilmenit sein. Es bildet meist unregelmässige Formen, hie und da auch reguläre Krystalle.

Kalkspath kommt reichlich vor, besonders in dem Spilit vom Filo zwischen Zarripo und Milni. Spaltbarkeit, Zwillingsbildung ist immer deutlich. Die einzelnen Zwillingslamellen sind des Oefteren auch gebogen.

Chlorit ist vielfach vorhanden und bildet grünliche Massen, oft auch deutliche Pseudomorphosen nach Augit. Stellenweise zeigt er sphärolitische Anordnung.

Brauneisenerz findet sich häufig, durchzieht vielfach in Adern das Gestein.

Die Grundmasse erscheint als inniges Gemenge zahlreicher Feldspathleisten, Augitkörner, Eisenerz und Verwitterungsprodukte. Der Feldspath bildet meist schmale Leisten, seltener Körner. Mitunter zeigen diese Leistchen Quersprünge oder sind zerbrochen, wobei die Bruchtheile an der Bruchfläche seitlich verschoben sind. Ihr Erhaltungszustand ist stets ein bedeutend besserer als der der Einsprenglinge. — Der Augit bildet kleine Körner oder fasrige Aggregate, ist farblos und vielfach chloritisirt.

## B. Junge Gesteine.

Die wenigen Litteraturangaben, die für unser Gebiet sich auf jungvulkanische Gesteine erstrecken, enthalten nirgends eine genauere Beschreibung der letzteren, sondern begnügen sich nur mit der Angabe ihrer Fundpunkte.

Die jungen Gesteine bilden den Haupttheil der drei obenerwähnten Sammlungen; sie umfassen eine Serie von etwa 500 Handstücken. Manche davon sind so verändert, dass sie nicht mikroskopisch mit Erfolg untersucht werden konnten. Etwa 250 wurden indess genauer u. d. M. studirt. In überwiegender Mehrzahl sind es Andesite, daneben finden sich auch zahlreiche und makroskopisch schon sehr durch Habitus wie Struktur auffallende Dacite.

### *I. Dacit.*

Die im Gebiet vorkommenden Dacite sind in ihrer Verbreitung sehr beschränkt. Sie bauen einzig und allein den im Grunde des Toachi-Thales sich erhebenden Vulkanberg Quilotoa auf. Ihr Fundort ist daher nur dieser Berg und seine nähere Umgebung. Die hierher zu stellenden Gesteine gehören der Unterabtheilung der Amphibol-Biotit-Dacite an. Hornblende und Glimmer können sich mehr oder minder vertreten. Accessorisch führen einige der Dacite auch Pyroxen, doch nie so häufig, um solche Gesteine als Pyroxen-Amphibol-Dacite abzutrennen.

Die Gesteine zeichnen sich zum grösseren Theil durch eine auffallende Grösse der Einsprenglinge aus. Die porphyrische Struktur ist daher stets deutlich ausgeprägt. Ihre Grundmasse ist meist hell, von grauer oder gelblicher Farbe, selten ist sie braun oder glasig schwarz. Meist erfüllt sie nur die Räume zwischen den zahlreichen Einsprenglingen, seltener herrscht sie diesen gegenüber vor. Vereinzelt erscheinen auch rothbraune oder grünlich gefärbte Gesteine. Als Einsprenglinge treten besonders Feldspäthe auf, die zuweilen eine Grösse von $1^1/_2$ cm erreichen, ferner Hornblende in Krystallen bis $^3/_4$ cm gross, und dunkler Glimmer. Derselbe bildet mitunter schöne, bis $^1/_2$ cm grosse Krystalle, meist aber erfüllt er in grosser Menge in dünnen Spaltblättchen das Gestein. Quarz ist ein steter Gemengtheil, erscheint aber selten in deutlichen Krystallen, meist hebt er sich nur in kleinen Körnern durch seinen Fettglanz von der umgebenden Gesteinsmasse ab. Accessorisch erscheint in einem der dacitischen Gerölle aus dem Rio Toachi bei Puente de Sigchos auch Eisenkies in metallisch glänzenden Blättchen.

Recht interessant ist das makroskopische Gefüge mancher Dacite, besonders derer vom Rande der Laguna des Quilotoa. Sie erscheinen wie krystalline Schiefergesteine, wie Gneisse und Glimmerschiefer, infolge einer ausgeprägten Lagenstruktur. Man kann an den ausgezeichnetsten Exemplaren dieser Art, wie sie in Fig. 6 und 7 wiedergegeben sind, besonders auf Ebenen senkrecht zur Schieferung der Gesteine die Struktur der Massen vortrefflich erkennen. Man erblickt auf solchen Flächen eine lagenweise Verschiedenheit, welche dadurch bedingt ist, dass in einer dunklen Grundmasse die makroskopisch glasartig aussieht, weisse, dünne Lagen, aus Feldspath und auch aus Quarz bestehend, in paralleler Anordnung sich hinziehen. Die Längserstreckung dieser Lagen geht der Schieferungsebene parallel. Es ist indess zu bemerken, dass die erwähnten weissen, deutlich krystallinen Lagen nicht vollständig durch die Handstücke hindurchsetzen, sondern nur eine Länge bis etwa 3 cm, meist jedoch nur kleinere Dimensionen erreichen (cf. Fig. 6). Die Struktur dieser Gesteine erinnert also im Allgemeinen mehr an die Flaserstruktur als an die ausgeprägt schiefrige Struktur der krystallinen Schiefergesteine. Eine Folge dieser Anordnung ist, dass die Schieferungsebene selbst nicht aus einer einheitlichen Masse von dunkler Grundmasse bezw. weisser Feldspath-Quarzsubstanz besteht; vielmehr sind in dunklem Untergrund die hellen Feldspath-Quarzflasern fleckenweise eingelagert (Fig. 7). Die farbigen Gemengtheile, wie Glimmer und Hornblende, liegen in der dunklen Grundmasse und heben sich meist wenig hervor. Es ist zu erwähnen, dass die hellen Flasern auch auf der Schieferungsfläche selbst öfters eine mehr oder minder ausgeprägte Parallelstellung ihrer Längsrichtung zeigen. Wichtig für die Erklärung der ganzen Erscheinung ist der Umstand,

dass die Quarz-Feldspathflasern nicht wie der dunkle Untergrund compakt, sondern löcherig und zerreiblich sind.

Es wurden zum Zweck des genaueren Studiums dieser Struktur Schliffe senkrecht zu den Lagen angefertigt. U. d. M. trat in ihnen eine ausgezeichnete Fluidalstruktur in Erscheinung, welche besonders durch die Anordnung der Glimmer- und Hornblendedurchschnitte deutlich wird. Fig. 1 giebt dieses Verhältniss anschaulich wieder. Als zweites charakteristisches Merkmal ist das Vorhandensein zahlreicher Druckwirkungen auf die Gesteinsgemengtheile zu verzeichnen. Sie sind die natürliche Folge der ausgeprägten Fluidalstruktur. Beim Fliessen des Magmas stellten sich weitgehende Zerbrechungen und Stauchungen der Einsprenglinge ein, welche bei den verschiedenen Mineralien sich auch verschieden darstellen. So äussern sich beim Glimmer diese Druckwirkungen besonders in sehr drastischen Biegungen, Stauchungen und Knickungen. Einzelne Durchschnitte sind mehrfach schlangen- oder bandförmig hin und her gebogen (Fig. 1). Die Hornblende erscheint im Gegensatz zum Glimmer öfters zerbrochen. So stellt Fig. 2 ein hierher gehöriges Beispiel dar: man erkennt, wie die Hornblende randlich infolge der Strömung des Magmas zertrümmert ist, die abgetrennten Bruchstücke indess noch an dem Krystall liegen, von dem sie stammen. In Fig. 3 bemerkt man ein Band von Hornblendebruchstücken, die infolge der fluidalen Struktur des Gesteins schnurartig angeordnet sind. Fig. 4 giebt ein ferneres Bild für die weitgehenden Zerstörungen der Hornblende. Vor allem aber sind beim Feldspath drastische Beispiele der Zertrümmerung zu beobachten, dessen verschobene, zusammengehörige Theile z. Th. noch bei einander liegen, z. Th. auch ganz von einander getrennt sind, so dass es schwer ist, noch irgend eine Verbindung der einzelnen Bruchstücke zu erkennen. Oefters sind die Krystalle zu einem vollständigen Grus von eckigen Fragmenten zerfallen. Ein charakteristisches Bild ist in Fig. 5 wiedergegeben. In ähnlicher Weise verhält sich auch der Quarz.

Die geschilderten Strukturverhältnisse haben ein besonderes Interesse dadurch, dass die vorliegenden, unzweifelhaft vulkanischen Gesteine in ihrem Aeusseren krystallinen Schiefergesteinen sehr ähnlich erscheinen. Die Entstehungsart ist jedoch eine ganz andere gewesen als bei letzteren. Mag die Schiefer- und Flaserstruktur der krystallinen Schiefer nun als Folge der Sedimentation oder als eine Druckwirkung, die bei der Gebirgsbildung sich einstellte, aufgefasst werden, — hier liegt trotz der grossen Aehnlichkeit in der Erscheinung augenscheinlich eine ganz andere Art der Entstehung dieser Struktur vor. Ihre Ursache ist nach dem Obigen durch Umstände in den letzten Perioden der Erstarrung der Gesteine bedingt, zu welcher Zeit eine starke Flussbewegung des Magmas, in welchem sich bereits alle Einsprenglinge ausgeschieden hatten,

zunächst eine ausgeprägte Fluidalstruktur hervorrief. Das Fliessen des Magmas muss ein besonders energisches gewesen sein, wie die vielfachen Zerbrechungs- und Stauchungserscheinungen darthun. Ganz besonders erlitten hierbei Feldspath und Quarz Zertrümmerungen. Ihre Einsprenglinge wurden zu Bruchstücken zerkleinert, die entstandenen Theile infolge des Fliessens zu plattenförmigen Haufwerken auseinander gezogen: diese eben sind die hellen Flasern, welche, infolge des Flusses parallel angeordnet, in der Grundmasse liegen und dem ganzen Gestein die Schieferstruktur aufdrücken. Das Eigenartige bei den vorliegenden Gesteinen ist nun, dass der Zertrümmerung sehr bald die Verfestigung des Gesteines folgte, so dass mithin die entstandenen Bruchstücke, noch zu den Flasern vereinigt, beieinander liegen blieben. Es stellt sich hiernach die Lagenstruktur als eine durch Fluidalstruktur veranlasste Differenzirung in einem und demselben Lavastrom dar, und ist nicht etwa so zu erklären, dass sehr dünne einzelne Ergüsse sich übereinander gelagert hätten, also die einzelnen Lagen verschiedenen Strömen angehörten. Insofern entspricht sie mithin Erscheinungen, wie sie auch bei anderen Eruptivgesteinen bekannt sind[1]) und wie sie z. B. Prof. Lossen[2]) bei Granitgängen im Gabbro des Radanthales im Harz beschreibt.

Obige Erklärung dieser Struktur deckt sich auch vollkommen mit den von dem Sammler dieser Gesteine an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen. Herr Geh. Rath Reiss theilt mir noch brieflich zu dieser Frage folgendes mit: „Meiner Ansicht nach ist der Quilotoa durch eine Anzahl mächtiger Dacitausbrüche aufgebaut — nur saure Gesteine bilden solche Anhäufungen. Die flüssige Gesteinsmasse war zähe, wenig Schlacken wurden gebildet, daher die flache, stumpfe Form des Kegels! Zum Schluss der vulkanischen Thätigkeit bildeten sich Gas- und Dampfausbrüche, durch welche ein Theil des Gebirges zertrümmert und zerstört wurde. Schutt- und Bimssteinablagerungen und tiefe Kratereinsenkung zwischen mächtigen Trachytwänden waren die Folge. Aber diese Explosionen konnten das innere Gefüge der Gesteine nicht ändern: die Zerbiegungen und Zertrümmerungen, die man u. d. M. sieht, müssen zur Zeit des Ergusses bei der langsamen Fortwälzung der glühenden Gesteinsmasse entstanden sein.“

### *II. Andesit.*

Die zur Gruppe der Andesite gehörigen Gesteine bilden weitaus die Mehrzahl aller untersuchten Handstücke. Sie gehören im Wesentlichen zu den Abtheilungen der

---

[1]) Man wolle auch die Ansicht von Poulett Scrope hier vergleichen: Considerations on Volcanoes. 1825, p. 103. — Zirkel: Petrographie I. 1893. p. 526 bezieht sich auch auf Scrope's Ansichten.

[2]) K. A. Lossen: Ueber Gneissgranit als Strukturabänderungen der Eruptivgranitgänge im Harzburger Gabbro. Z. d. g. G. 1888. XL. p. 780.

Pyroxen-Andesite, der Amphibol-Pyroxen-Andesite und der Amphibol-Andesite. Nur ein Fundpunkt (Abstieg vom Lozan perfecto (4381 m) nach Llangagua (3398 m) lieferte bimssteinartige Gesteine, in denen sowohl Pyroxen wie Hornblende fehlen, hingegen dunkler Glimmer zur Ausscheidung gekommen ist. Es wären diese Gesteine mithin als Glimmer-Andesite zu bezeichnen. Der Zahl der mikroskopisch untersuchten Handstücke nach sind die Pyroxen-Andesite am stärksten vertreten, dann kämen die Amphibol-Andesite, während die Amphibol-Pyroxen-Andesite am wenigsten häufig sind. — Als Anhang wäre dann hier noch ein Gestein zu beschreiben aus dem „Rio San Juan de Agua Santa", welches seiner mineralogischen Zusammensetzung nach als ein zu den Andesiten in Beziehung stehendes Plagioklasgestein zu benennen wäre, da Hornblende, wie Glimmer und Augit fehlen.

Vorherrschend ist bei allen Andesiten die porphyrische Struktur. Dem äusseren Ansehen nach erscheinen die Gesteine von graublauer, brauner und schwarzer Farbe, hell gefärbte Andesite sind selten. Durch Verwitterung gehen sie oft auch in braunrothe und grünliche Gesteine über. Propylitartig aussehende Abänderungen sind nicht selten. Das Aussehen der meisten Andesite ist matt, nur in den dunklen und ganz schwarzen Arten mitunter glänzend. Der Bruch ist uneben und rauh, in den dichten Varietäten auch muschelig. Rein glasige Ausbildungen, wie Obsidian, typischer Bimsstein fehlen; ganz vereinzelt erscheint nur bei den oben erwähnten Glimmerandesiten von bimssteinartigem Charakter Perlitbildung. Die Ausbildung der Gesteine ist fast stets eine kleinporphyrische, doch fehlen auch nicht Uebergänge zu fast einheitlichen, dichten Gesteinen. Durch diese kleinporphyrische Ausbildungsweise unterscheiden sich diese Andesite sehr von den besprochenen Daciten des Quilotoa, welche allermeist sich grade durch grosse Einsprenglinge auszeichnen. Nur einige wenige Vorkommen (Geröll im Rio Toachi, Puente de Sigchos, Picacho Santurcu bei Sumbagua), die sich auch durch ihren Quarzgehalt in der Grundmasse den Daciten nähern, zeigen grössere Einsprenglinge. Als porphyrisch auftretende Mineralien erscheinen Plagioklas, Pyroxen und Amphibol. Olivin fehlt merkwürdiger Weise vollkommen.

## *Die gesteinsbildenden Mineralien der Dacite und Andesite.*

### Feldspath.

Der Feldspath ist der verbreitetste unter den porphyrischen Gemengtheilen. Makroskopisch erscheint er meist in Krystallen, deren Flächen nicht selten erkennbar

sind. Die einzelnen Individueu bilden bis $1^1/_2$ cm grosse Krystalle und sind gewöhnlich von weisser, selten gelblicher oder bräunlicher Farbe. — U. d. M. erweist sich der Feldspath durchaus als Plagioklas. Seine Krystallentwicklung ist die typische jungvulkanischer Gesteine. Als dentliche begrenzende Flächeu wurdeu beobachtet: $\infty P \breve{\infty}$ (010), $\infty P'$ (110), $\infty {,}P$ (110), 0 P (001), ${,}P{,} \bar{\infty} (\bar{1}01)$ und $2 {,}P{,} \bar{\infty} (\bar{2}01)$. Von dem Feldspath der Dacite des Quilotoa unterscheidet sich der der Andesite besonders durch vorherrschende Leistenform und seine meist bedeutend geringere Grösse, auch dadurch, dass zwischen Einsprenglingen und Grundmassen-Individnen durch kleiner und kleiner werdende Krystalle vielfach ein dentlicher Uebergang vorhanden ist. Die Anzahl der Einsprenglinge ist infolge dessen hier eine bei weitem grössere als dort. Ferner fehlen hier im Gesteinsgemenge jene zahlreichen eckigen Fragmente und Splitter von Feldspath, wie wir sie dort so häufig antreffen. Ganz allgemein zeigen die Krystalle einen polysynthetischeu Aufbau uach dem Albit-, zuweilen auch nach dem Karlsbader Gesetz, weit seltener sind Zwillingsbildungen nach dem Periklingesetz. Unregelmässige Verwachsungen zweier oder mehrerer Individuen kommen gleichfalls des Oefteren vor. Seinen optischen Verhältnissen nach zu urtheilen ist der Plagioklas der Dacite ziemlich $SiO_2$-reich, er ist dem Oligoklas oder Andesin zuzustellen. Es liess sich dieses besonders auf orientirten Schliffen nach 0 P (001) und $\infty P \breve{\infty}$ (010) feststellen, die von aus dem Gestein herauspräparirteu Krystallen angefertigt wurden. Die Stücke, deneu solche Krystalle entuommeu wurden, stammen vornehmlich vom Rande der Lagune des Quilotoa. Schnitte nach 0 P (001) zeigen Albitlamellirung und Zonenstruktur, dic den Flächen $\infty P \breve{\infty}$ (010), $\infty P'$ (110), $\infty {,}P (\bar{1}\bar{1}0)$, $\infty P' \breve{3}$ (130), $\infty {'}P \breve{3} (1\bar{3}0)$, ${,}P{,} \bar{\infty} (\bar{1}01)$ oder $P{,} (\bar{1}\bar{1}1)$ eutspricht. Die Auslöschungsschiefe beträgt zur Kante P : M, in Na-licht gemessen, meist 3—5°, doch sinkt dieselbe auch zu $1^1/_2$° herab. Dementsprechend zeigen Schnitte nach $\infty P \breve{\infty}$ (010) zu den Spaltrissen nach 0 P (001) gleichfalls eine geringe Schiefe von nur 3—4°, zuweilen selbst 0° in Na-licht. In Fällen ansgeprägter Zonenstruktur erscheinen einzelne Zonen mit etwas grösserer Schiefe bis zu 8—10°. Im convergenten polarisirten Licht erkennt man auf $\infty P \breve{\infty}$ (010) den etwas excentrischen Austritt eines Curvensystems um die positive Mittellinie. — Auf orientirten Schliffen nach 0 P (001) von Feldspath aus einem Amphibol-Andesit im Rio Toachi bei Puente de Sigchos, der aber schon durch Qnarzgehalt in der Grundmasse zu den Daciten hinneigt, ergab sich eine unsymmetrische Schiefe der Auslöschnng zn den Zwillingsgrenzen von 1° bezw. 5°. Auf verschiedenen Schliffen nach $\infty P \breve{\infty}$ (010) von Feldspath desselben Vorkommens liess sich eine ausgeprägte Zonarstruktur erkennen. Die Schiefen der Auslöschnngen wechselten von 0° bis zu — 20° in ein und derselben Zone. Dabei waren letztere Schiefen nach dem Kern, erstere nach der Hülle des Krystalls zu gelegen. Wiederholung dieser

Bildung wurde öfters beobachtet. Danach bestehen diese Feldspäthe in den einzelnen Zonen aus isomorphen Mischungen, die vom Oligoklas bis zum Labrador gehen. Zonenstruktur ist bei den Plagioklasen sehr verbreitet und zeigt die ganzen Eigenthümlichkeiten, wie sie Herz[1]) bei dem zonaren Aufbau der Plagioklase in den von ihm untersuchten ecuatorianischen Andesiten beobachtete. Einschlüsse im Plagioklas sind ziemlich verbreitet, sind doch aber nie allzu reichlich vorhanden. Als solche finden sich grüne wie braune Hornblende, Biotit und Magnetit. Häufiger noch sind Interpositionen von Glas oder entglasten Partien. Die Anordnung dieser Glaseinschlüsse ist oft ganz regelmässig: manchmal erfüllen sie den Kern oder nur eine Zone, manchmal auch sind sie nur längs der Peripherie des Krystalls eingelagert. Von Verwitterungserscheinungen ist bei den Daciten wenig wahrzunehmen, bei andesitischem Feldspath wurden Calcit, Brauneisen und Eisenglanz als Neubildungen beobachtet. Weit allgemeiner sind Corrosionserscheinungen: vielfach sind die Krystalle verrundet oder ganz unregelmässig begrenzt, auch oval, besonders zeigt sich letzteres an Individuen, auf denen sich späterhin neue Substanz zonar abgesetzt hat.

### Amphibol.

Der Amphibol bildet bei den Daciten gewöhnlich schwarze, auch dunkelrothbraune Krystalle von oft $\frac{1}{2}$—1 cm Länge und bis 1 cm Breite. Gewöhnlich bildet er schlanke Säulen von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ cm Höhe. Die Krystalle in den Andesiten sind meist von geringeren Dimensionen. In der Prismenzone sind die Individuen fast alle deutlich begrenzt durch $\infty P (110)$ und $\infty P \breve{\infty} (010)$, terminal fehlt vielfach irgend welche regelmässige Endbegrenzung, doch treten gelegentlich auch $0 P (001)$ und Pyramiden- oder Domenflächen auf.

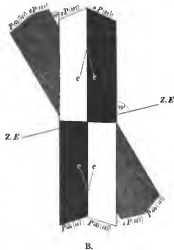
U. d. M. erscheint die Hornblende vorwiegend in schmalen, selten in breiten Durchschnitten. Längsschnitte parallel der $c$-Axe sind seitlich scharf begrenzt, terminal gewöhnlich ruinenartig gezackt oder mit $0 P (001)$ oder einer Pyramiden- resp. Domenfläche in der Endigung versehen. Querschnitte bilden sechseckige Figuren infolge ihrer Begrenzung durch $\infty P (110)$ und $\infty P \breve{\infty} (010)$. Zwillinge nach der gewöhnlichen Regel: Zwillingsfläche $\infty P \infty (100)$ sind allgemein verbreitet, oft der Art, dass polysynthetische Individuen durch Einfügung einer oder auch mehrerer Zwillingslamellen entstehen. Auf dasselbe Zwillingsgesetz lässt sich auch eine andere Erscheinung zurückführen, ähnlich der Bildung, wie sie Sommerlad[2]) bei der Hornblende in Basaltgesteinen beschrieb und

---

[1]) Herz l. c. p. 31—39.

[2]) H. Sommerlad: Ueber Hornblende führende Basaltgesteine. N. Jahrb. f. Mineralogie u. s. w. Beil. Bd. II. 1883, pag. 150, Taf. III, Fig. 2.

abhildete. Nebenstehende Figur B zeigt schematisch einen annähernd parallel dem seitlichen Pinakoid getroffenen Hornhlendekrystall aus einem Dacit des Quilotoa. Er zerfällt durch zwei sich rechtwinklig schneidende Linien in vier Felder, von denen die sich diametral gegenüber liegenden gleichzeitig und zwar unter einer Schiefe von ca. 15° auslöschen. Die Erscheinung ist wohl grade so zu erklären, wie dieses Herz[1]) für ähnliche Bildungen bei Augiten im Andesit vom Pichincha gethan hat. Hier wie da hat man es mit der gewöhnlichen Zwillingsbildung nach ∞ P $\bar{\infty}$ (100) zu thun, wobei sich aber die beiden, zu dem Zwilling zusammentretenden Individnen gegenseitig durchkreuzen. — Gleichzeitig damit ist nun aber dieser Zwilling nochmals mit einem anderen Hornblendekrystall der Art vereinigt, dass die Vertikalaxen beider einen Winkel von ca. 30° mit einander hilden. Dieser zweite Krystall ist ebenfalls annähernd nach ∞ P $\grave{\infty}$ (010) getroffen. Er hat eine Schiefe der Auslöschung von ca. 12°. Da also der Winkel von $c : c = 30°$ ist und beide Krystalle etwa nach ∞ P $\grave{\infty}$ (010) im Schliff getroffen sind, so muss die Zwillingsebene eine Fläche aus der Zone der Orthodiagonale sein und muss mit der Vertikalaxe einen Winkel von 15° resp. 75° hilden. Die Neigung von 0 P (001) : ∞ P $\bar{\infty}$ (100) ist 75° 2', die von P $\bar{\infty}$ ($\bar{1}$01) : ∞ P $\bar{\infty}$ (100) heträgt ca. 73° 26': zwischen diesen beiden wäre also bezüglich der Annahme als Zwillingsehene zu entscheiden. Die optische Orientirung der Hornblende (hei der c in den spitzen Winkel $\beta$ zu legen ist) beweist, dass 0 P (001) hier Zwillingsebene ist. — Beim Andesit von La Moya wurde eine eigenthümliche, herzförmige Verwachsung zweier Hornhlenden unter einem Winkel von ca. 40° beobachtet.



B.

Der Pleochroismus des Amphihols ist immer sehr deutlich: Die Ahsorption gieht gelegentlich der des Biotits an Intensität nichts nach. Bei der grünen Hornblende ist die Farbe der Durchschnitte auf Schnitten nach ∞ P (110), wenn die Spaltrisse parallel der Polarisationsebene des unteren Nicols gehen, hellolivgrün, senkrecht dazu dnnkelmoosgrün. Der Pleochroismus wächst noch auf Schnitten parallel ∞ P $\grave{\infty}$ (010): hier

[1]) Herz l. c. p. 41.

erscheint die Hornblende, wenn Polarisationsebene mit Vertikalaxe zusammenfällt, hellgelbgrün, während in der dazu senkrechten Richtung ein dunkelgrüner Ton erscheint. In Querschnitten ist die Hornblende, wenn die Polarisationsebene den stumpfen Prismenwinkel halbirt, dunkelgrün, wenn sie den spitzen theilt, hellgelbgrün. — Die braune Hornblende ihrerseits zeigt auf orientirten Schliffen nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) einen Wechsel zwischen hell- und dunkelrothbraun (bei derselben Lage der Spaltrisse zur Polarisationsebene des angewandten Nicols wie oben), auf $\infty P$ (110) zwischen röthlichgelb und dunkelrothbraun, auf $\infty P \breve{\infty}$ (010) zwischen bräunlichgrün und tiefbraunschwarz. In Querschnitten wechselt der Pleochroismus zwischen dunkelrothbraun und grünlichgelb.

Wie durch Farbe und Pleochroismus unterscheiden sich beide Arten auch durch ihre Auslöschungsschiefen auf den Prismenflächen, resp. dem seitlichen Pinakoid. Während sie in den grünen Varietäten durchschnittlich 15° beträgt, sinkt sie bei der braunen Hornblende zu einer sehr geringen Schiefe, meist ca. 2° herab oder sie löscht sogar bisweilen orientirt aus. In orientirten Schliffen ergaben sich für grüne Hornblende folgende Schiefen der Auslöschung zur Richtung der Vertikalaxe (in Na-licht gemessen):

auf $\infty P$ (110): 13°
auf $\infty P \breve{\infty}$ (010): 13° im spitzen Winkel $\beta$ gelegen,

für braune Hornblende:

auf $\infty P$ (110): 0° } Dem entsprechend gewahrt man auf $\infty P \bar{\infty}$ (100) den centri-
auf $\infty P \breve{\infty}$ (010): 0° } schen Austritt eines Curvensystems um die negative Mittellinie.

Ferner betrug bei einer grünen Hornblende aus demselben Handstück, die schon einen Uebergang zur braunen zeigt, die Schiefe auf $\infty P \breve{\infty}$ (010) 6°. Beide Arten kommen verschiedentlich zusammen in ein und demselben Gestein vor (z. B. Amphibol-Andesit vom Filo de Pucayacu oder Amphibol-Dacit vom Quilotoa). Es kann dieses als eine Bestätigung der Belowsky'schen Ansicht[1]) angeführt werden, der durch Glühen bei Luftzutritt die grüne in die braune Varietät überführte und damit experimentell nachwies, dass im Gestein der Prozess der Umwandlung der grünen zur braunen Hornblende so vorgegangen sein kann. — An einigen grünen Varietäten zeigt sich auch ein durch abweichende Farben erkennbarer Zonenaufbau, der gewöhnlich allerdings nur in einer Differenzirung in Kern und Mantel besteht, doch mitunter auch bis zu fünf Zonen enthält. Einschlüsse sind nicht zu häufig, am verbreitetsten sind solche von Eisenerz, daneben findet sich auch Apatit, Zirkon, Biotit und vornehmlich Glas. Verwachsungen mit Biotit kommen vor: derselbe liegt meist so, dass bei beiden die Spaltrisse parallel

[1]) M. Belowsky: Ueber die Aenderungen, welche die opt. Verhältnisse der gem. Hornbl. beim Glühen erfahren. N. J. 1891. I. p. 291. Desgl. in Reiss u. Stübel: p. 37.

gehen. Bei Verwachsungen mit Augit umrandet der Amphibol den letzteren, ist also jünger als jener. In einem der Dacite vom Quilotoa umgiebt grüne Hornblende ein ganz accessorisch auftretendes Olivinkorn.

Fast durchgängig ist die Hornblende der Dacite vollkommen frisch, bei den Andesiten hingegen ist zuweilen eine Chlorit- und Calcitbildung, hie und da auch eine Serpentinisirung beobachtet. Fast ganz allgemein findet sich aber bei der braunen Hornblende, dagegen sehr selten bei der grünen, und da nur schwach, eine opacitartige Umrandung. Bisweilen ist dieselbe als ein Gemenge von Eisenerz und Pyroxen zu erkennen.

### Pyroxen.

Der Pyroxen erscheint sowohl rhombisch wie monoklin. In den Daciten ist jedoch sein Auftreten mehr nur accessorisch, seine eigentliche Heimath hat er in den untersuchten Andesiten.

#### a. Monokliner Augit.

Der monokline Augit bildet meist kleine, kurze Säulen, geht aber oft auch in seiner Grösse bis zu der der Grundmassengemengtheile herab. Vereinzelt erreichen andrerseits auch die Krystalle eine Grösse, welche die der Plagioklase noch übertrifft (z. B. Andesit vom Filo de Ticsan, 4496 m). Die Form der Krystalle ist meist eine deutlich idiomorphe: in der Prismenzone $\infty P$ (110), $\infty P \bar{\infty}$ (100) und $\infty P \breve{\infty}$ (010), terminal P ($\bar{1}$11) oder auch unregelmässig. In dem einen der Pyroxen-Andesite vom Filo de Ticsan, Cord. de Angamarca, ist er nesterartig mit Hornblende und Feldspath vergesellschaftet: alle drei Mineralien bilden ein bunt durcheinander liegendes Gewirr kleiner Körner. Der Pyroxen erscheint meist farblos oder blass grünlich, selten ist er stärker gefärbt. In einem Pyroxen-Andesit aus der Quebrada des Cerro Guantahaló zeigt er eine eigenthümliche braune Umsäumung um einen grünen Kern, — eine Erscheinung, wie sie bei Basalten sehr häufig ist, bei Andesiten indess zu den grossen Seltenheiten gehört. Zwillinge nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) sind verbreitet. Verwachsungen kommen des Oefteren vor, so z. B. mit Hypersthen in der bekannten Art und Weise. Der Erhaltungszustand des monoklinen Pyroxens ist auffallend gut. Da, wo sein rhombischer Genosse schon ziemlich stark serpentinisirt ist, zeigt er sich noch gar nicht angegriffen. Eher zeigen seine Krystalle, meist unter guter Formerhaltung, randlich eine dichte, opake Masse, die ihrem Aussehen nach sehr dem Opacitrando der Hornblende gleicht, jedoch in ihren äussersten Parthien rothbraun durchscheint. Es dürfte hier wohl, wie auch Küch[1]) an-

[1]) Küch in Reiss u. Stübel. p. 34.

nimmt, eine Eisenabscheidung aus Pyroxen vorliegen, welche dann später zu Eisenoxydhydrat umgewandelt ist. Sehr verbreitet in den Andesiten ist auch der

### b. Hypersthen.

Seine Form ist im Gegensatz zu der des monoklinen Augits meist die schlanker Säulen, von $\infty$ P (110), $\infty$ P $\bar{\infty}$ (100) und $\infty$ P $\breve{\infty}$ (010) gebildet, die terminal gewöhnlich von stumpfen Pyramiden- oder Domenflächen, selten unregelmässig begrenzt sind. Allgemein verbreitet ist eine mehrfache Quergliederung der Krystalle, ungefähr normal zur *c*-Axe. Die Durchschnitte sind meist farblos oder leicht grün gefärbt, der Pleochroismus ist nicht unbeträchtlich: hellgrün bei senkrechter Lage der Spaltrisse gegen die Polarisationsebene des unteren Nicols, roth bei ungefährer Parallelstellung. Vielfach ist der Hypersthen serpentinisirt. Dieser Prozess beginnt meist, ganz charakteristischer Weise, von den Quersprüngen und den Enden der Krystalllängsschnitte aus. Man erkennt dabei, wie die Serpentinfasern parallel der Axe *c* des ursprünglichen Minerals liegen. Auffallend ist in manchen, makroskopisch oft propylitähnlich aussehenden Gesteinen eine eigenthümliche moosgrüne Farbe dieser Serpentinneubildungen (z. B. Rio Toachi bei Anzhi, Quebrada Isinche und Patoa, Quispicasha). Zwischen gekreuzten Nicols erscheinen sie fasrig, und sind stellenweise sphärolithisch aufgebaut; die Interferenzkreuze erweisen einen positiven Charakter der Doppelbrechung. Vereinzelt zeigt auch der Hypersthen einen Eisenerzrand, der meist zu Brauneisenerz umgewandelt ist.

## Glimmer.

Der Glimmer hat besonders in den Daciten eine weite Verbreitung, er kommt in ihnen oft ebenso häufig wie der Amphibol vor. Bei den Andesiten ist er nur in den wenigen Glimmer-Andesiten des Lozan perfecto vertreten. Er findet sich in zahlreichen Krystallen, meist aber in dünnen, hexagonalen Tafeln, ist gewöhnlich schwarz, vereinzelt auch rostbraun und metallisch glänzend. Die Krystalle erreichen mitunter in dem meist lockeren, an Hohlräumen reichen Gestein eine Grösse von $^1/_2$ cm im Durchmesser. Ihre Formentwicklung ist dann eine sehr deutliche: 0 P (001), $\infty$ P $\breve{\infty}$ (010) und P (111) sind die gewöhnlichen Formen, doch sind Messungen wegen der rauhen Oberfläche der pyramidalen und klinopinakoidalen Fläche nicht möglich.

U. d. M. sind die Glimmer nicht so gut idiomorph entwickelt. Nach 0 P (001) getroffene Blättchen sind meist von unregelmässiger, lappiger Form, andere Schnitte zeigen oben und unten scharfe Begrenzung durch 0 P (001), seitlich dagegen aber eine Ausfaserung, lassen aber deutlich die basische Spaltbarkeit erkennen. Die Farbe ist

meist dunkelbraun, hie und da auch grünlich. Der Pleochroismus ist immer sehr deutlich: die Farben wechseln zwischen tiefbraun oder braunschwarz und hellgelb bis rostbraun. Spaltblättchen nach 0 P (001) zeigen im convergenten polarisirten Licht meist ein fast einaxiges Axenbild, doch wurde mehrfach auch deutlich geringe Zweiaxigkeit beobachtet. An Einschlüssen ist der Glimmer arm, meist sind es solche von Eisenerz, doch auch von Apatit, Zirkon, auch von Feldspath, Glas und Gas. In einem Falle ist der Biotit auch auf Spaltblättchen nach 0 P (001) erfüllt von Einlagerungen nach drei Liniensystemen, die sich unter 60° resp. 120° schneiden. Dieselben erscheinen zum Theil erzartig, zum Theil machen sie den Eindruck von Rutilnadeln. Vielleicht hat ursprünglich ein sagenitartiges Gewebe von Rutilnadeln vorgelegen, das zum Theil zu Umwandlungen Anlass gegeben hat. Die ganze Erscheinung deckt sich wohl mit einer Beobachtung Hussak's[1]) an Biotit im Pyroxen-Andesit von Gleichenberg. Ob wie dort die Einlagerungen parallel den Linien der Schlagfigur liegen, konnte der geringen Grösse der Blättchen wegen nicht sicher konstatirt werden. — Weitgehendere Verwitterungserscheinungen fehlen, beginnende Verwitterung offenbart sich bisweilen in einem Ausbleichen der Blättchen, oder in einer Ausfaserung und Aufblätterung parallel der Spaltbarkeit. Hie und da erscheinen die Biotite auch von einem schwachen Opacitrand umgeben.

### Quarz.

Ein konstanter Gemengtheil der Dacite ist der Quarz. Makroskopisch ist er meist reichlicher vorhanden, wie mikroskopisch, doch dürfte letzterer Umstand zum Theil wohl der Prozedur des Schleifens zuzuschreiben sein, bei der leicht der harte Quarz aus der verhältnissmässig lockeren Gesteinsmasse herausfällt. Er bildet meist wasserklare Körner, selten deutliche Krystalle von dihexaëdrischer Form. Im Dünnschliff erscheint er gleichfalls meist allotriomorph, doch oft auch in rhombischen Schnitten. Er ist farblos und stark von unregelmässig verlaufenden, oft fast kreisrunden Sprüngen durchsetzt. Meist ist der Quarz einschlussarm, doch finden sich bisweilen Glaseinschlüsse, die gewöhnlich von runder oder ovaler Form, öfters auch, die Form ihres Wirthes copirend, von dihexaëdrischer Gestalt sind. In letzterem Falle dringen dann bisweilen gradlinige Sprünge in den Krystall von den vier Ecken der kleinen Doppelpyramide aus ein. Diese Art von Einschlüssen liegt vollkommen orientirt in dem Quarzkrystall, indem seine Auslöschungsrichtungen in die Diagonalen des rhombischen Einschlusses fallen. Interpositionen von Mineralien fehlen. Fast immer zeigen die Quarze starke Ein-

---

[1]) Hussak: Die Trachyte v. Gleichenberg. Mittheil. des naturw. Ver. f. Steiermark. 1878. p. 3.

wirkungen einer magmatischen Corrosion. Die Krystalle sind mitunter ganz verrundet oder eigenthümlich gelappt und ansgezackt, oft tief eingebnchtet. Stellenweise dringt die umgebende Grundmasse canalartig tief in den Krystall ein.

### Apatit.

Apatit findet sich nur als mikroskopischer Gemengtheil, oft auch als Einschlnss, besonders in Feldspath und Hornblende. Er erscheint meist säulenförmig von der Form $\infty P (10\bar{1}0)$ $0 P (0001)$. Er ist gewöhnlich farblos, bisweilen durch zahlreiche Mikrolithe getrübt, und besitzt hie und da anch einen sehr schwachen Pleochroismus zwischen nahezu farblosen nnd blassröthlichen Tönen.

### Zirkon.

Zirkon tritt gleichfalls als Interposition auf, gewöhnlich in Hornblende, oder auch mit Eisenerz verbunden, und bildet kleine helle Säulen.

### Magnetit.

Magnetit ist allgemein verbreitet. Er erscheint sowohl als einer der ältesten Gesteinsgemengtheile in Körnern und regulären Formen, besonders als Oktaëder, häufig auch in Zwillingskrystallen nach dem Spinellgesetz, — wie auch in der Grundmasse und als Sekundärprodukt. Verbreitet ist er auch als Einschluss in den übrigen Einsprenglingen.

### Brauneisenerz.

Brauneisenerz ist zuweilen sekundär entstanden, ist aber bei den Daciten selten wegen der vorwiegenden Frische dieser Gesteine.

### Eisenglanz.

Eisenglanz erscheint in manchen Andesitçn als Infiltrationsprodukt der schon makroskopisch rothen Feldspäthe, wo er die Spalten und Risse erfüllt. Er zeigt dentlichen Pleochroismus.

### Olivin.

Olivin findet sich als einzelnes Korn ohne jede Krystallform in zweien der Amphibol-Dacite. Er ist hier völlig frisch, farblos und zeigt dentliche Spaltrisse nach $\infty P \breve{\infty} (010)$. Als Einschluss erscheint Eisenerz nnd Picotit. In dem einen Falle ist der Olivin theilweise von grüner Hornblende umrandet.

**Grundmasse.**

Die Ausbildungsweise der Grundmasse der untersuchten Gesteine ist eine sehr verschiedene. Wir haben sowohl holokrystalline Bildungen, die vorwiegend aus Plagioklas bestehen, als auch hypokrystalline Gemenge einer Glasbasis und krystalliner Ausscheidungen, wie schliesslich auch noch glasige Varietäten in Bimsstein- resp. Perlitform.

Die glasigen Bimssteingrundmassen zeigen eine im gewöhnlichen Lichte meist helle, farblose Glasbasis von sehr porösem Habitus. Manche dieser Grundmassen von Dacit-Bimssteinen sind von krystallinen Ausscheidungen gleichsam erfüllt, doch sind diese dann immer kleine, scharfeckige Splitter der als Einsprenglinge auftretenden Mineralien und keine Bestandtheile der eigentlichen Grundmasse. — Perlitische Absonderung der glasigen Grundmasse zeigen die Glimmer-Andesite des Lozan perfecto: kugelförmige Glaspartien liegen dicht neben einander, dringen auch in einander ein und umschliessen, zwiebelschalenähnlich, zahlreiche kleinere solche Gebilde.

Die zweite und verbreitetste Art der Grundmassenausbildung ist die als „glasgetränkter Mikrolithenfilz". Fluidalstruktur ist hier eine gewöhnliche Erscheinung, besonders in den Andesiten. Unter den krystallinen Ausscheidungen überwiegt an Menge der Feldspath. Derselbe erscheint bei den Daciten vornehmlich in unregelmässigen Körnern, die eng bei einander liegen. Dadurch unterscheidet er sich ganz charakteristisch von dem Grundmassen-Feldspath der untersuchten Andesite. Hier bildelt er vorwiegend schmale Leistchen mit und ohne Albitlamellen. Bisweilen kann man unter diesen niedliche Skelettbildungen beobachten. Biotit, Hornblende und Augit betheiligen sich gleichfalls mitunter an dem krystallinen Gemenge in der Grundmasse. Zuweilen ist deutlich auch ein Uebergang von kleiner und kleiner werdenden Hornblendekrystallen zu jenen farbigen, mineralogisch kaum bestimmbaren Körnern vorhanden. Ebenso bildet Biotit bisweilen dunkle oder gelbe schmale Durchschnitte. Dabei ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass in diesen kleinen Krystallen Bruchstücke grösserer vorliegen, — in ihnen also nicht eine besondere jüngere Generation zu erblicken ist. Der Augit, der besonders bei Andesiten als verbreiteter Grundmassen-Bestandtheil beobachtet wurde, bildet meist kleine Säulen oder Körner, die farblos bis lichtgrünlich gefärbt sind. Hypersthen scheint auch in den Grundmassen vorzukommen, wenigstens zeigen vielfach die kleinen, farblosen Säulen deutliche Quergliederung und orientirte Auslöschung. Eisenerz ist meist reichlich vorhanden, hie und da kommt auch Quarz vor.

In den holokrystallinen Grundmassen, die bei den Andesiten seltener sind als bei den Daciten, überwiegt gleichfalls der Feldspath bedeutend als Gemengtheil.

In den verwitterten Andesiten von rother oder grüner Farbe ist auch u. d. M. die Grundmasse erfüllt von Brauneisen resp. Serpentin. Die propylitartig aussehenden Gesteine besonders enthalten jene schon oben erwähnte moosgrüne Serpentinvarietät.

## Specielle Beschreibung der einzelnen Vorkommnisse der Dacite und Andesite.

### I. *Amphibol-Dacit.*

#### *Quilotoa.*

Was die geographische Verbreitung und die speciellen Eigenschaften der einzelnen Dacitvorkommnisse anbelangt, so finden sich dieselben allein auf das Vulkangebiet des Quilotoa beschränkt, und sind dieselben in ihren verschiedenen Vorkommen von daher von grosser Einheitlichkeit. Es kommen, wie schon gesagt, nur Amphibol-Biotit-Dacite vor.

Kraterrand. Von der Ostseite des Kraterrandes des Quilotoa stammen zwei Vorkommen „vom höchsten Gipfel der Ostumwallung, El Patasalá (4010 m)“ und „vom Nordabhang des Ostgipfels El Patasalá“. Beide zeigen zahlreiche grosse Einsprenglinge von Feldspath, Quarz, Hornblende und Biotit. Die Grundmasse ist roth resp. hellgrau und u. d. M. krystallin differenzirt.

An der „Ostseite der Nordumwallung, Caparrasa (3915 m)“ steht ein fast dichter rother Dacit an. An einer Stelle erkennt man auch Quarz in dihexaëdrischer Form. Sekundär hat sich reichlich Brauneisen gebildet.

Sehr frisch erscheinen die Gesteine von der „Nordumwallung, Yucsipungu (3926 m)“, von der „Nordwestumwallung, Uchugseñora (3965 m)“ und „vom Westgipfel der Nordumwallung, Hatunseñora (3981 m)“. Alle drei gleichen sich sehr: sie enthalten in grauer Grundmasse zahlreiche grosse Einsprenglinge von Plagioklas, Horn-

blende und Biotit. Accessorisch erscheint in dem einen dieser Gesteine n. d. M. auch etwas Pyroxen. Hornblende wie Glimmer sind gewöhnlich opacitirt.

Die „anstehende Lava vom höchsten Gipfel der Südseite des Kraterrandes, Pingoloma (3898 m)“ ist ein rothes Gestein mit den nämlichen Einsprenglingen. Der Glimmer ist rostbraun und metallisch glänzend, der Amphibol gleichfalls rothbraun.

Ufer der Laguna (3570 m). Die als „Blöcke, Absturz nach der Laguna“ bezeichneten Gesteine sind durchgängig von recht wechselndem Aussehen. Sie sind von ausgezeichneter Schönheit und zeigen eine wunderbar reiche und mannigfache porphyrische Entwicklung. Grosse, weisse, auf den Spaltflächen perlmutterglänzende Feldspathkrystalle, Quarz, schwarze Hornblendesäulen und dunkle, glänzende Biotittafeln liegen in grösster Mannigfaltigkeit und buntem Wechsel in grauschwarzer, dichter, seltener hell gefärbter Grundmasse. Die meisten dieser Gesteine zeigen dabei jene schon im allgemeinen Theil erwähnte ausgezeichnete Flaser- oder Lagenstruktur. Diese Mannigfaltigkeit im Aeusseren der Dacite wird noch vermehrt durch ihre Ausbildung als stark löcherige, rauhe Massen, als Bimssteine oder als mehr compakte Gesteine. Auch eine birnförmige Bombe mit schwarzer, glasreicher, zerborstener Rinde liegt vor. Die Bimssteine vom Rande der Laguna sind von hellgrauer bis weisser Farbe. Einsprenglinge treten in ihnen mehr zurück.

Abweichend von all' diesen Gesteinen erscheinen zwei andere vom Rande der Laguna. Dieselben sind gleichfalls von porphyrischer Struktur und enthalten in blaugrüner, dichter Grundmasse zahlreiche Einsprenglinge von frischem, gelbglasigem Feldspath und rauchgrauem, klaren Quarz. Daneben erscheinen schwarze Hornblendesäulen und reichlich Biotit. U. d. M. sind die beiden letzteren stark opacitirt, Quarz ist häufig und bildet schöne Dihexaëder. Die Grundmasse enthält zahlreiche, grüne chloritische Sekundärprodukte. Auf Spalten und Klüften sind beide Gesteine mit einer weissen Kruste bedeckt, in der man stellenweise glasige Täfelchen erkennt, die wohl Tridymit sein dürften.

Fuss und Umgegend des Quilotoa. Die auf den Abhängen und in den Flüssen der Umgegend des Quilotoa verbreiteten Dacite sind meist Bimssteine von grauem oder weissem, oft seideglänzendem Aussehen, die mehr oder weniger zahlreiche Einsprenglinge in sich beherbergen. Besonders reichlich ist mitunter Biotit vorhanden: derselbe bildet manchesmal ganze Lagen. Die Grundmasse ist gewöhnlich locker und sehr porös: in einem der Bimssteine vom „Sedimentplateau zwischen Chugchilan und Guantaháló“ zeigt sich in der Anordnung dieser Gasporen ein auffallender Parallelismus. — Diese Bimssteine bilden oft ganze Schichten. Sie finden sich auf dem „Páramo über

Chugchilan", als Geröll im „Rio Sivi (3038 m)", an der „Westseite des Quilotoa, Guanacolla", auf dem „Sedimentplateau zwischen Chugchilan nnd Guantahaló", bei „Moyobamba" und bei „Sigchos (2928 m)". Oestlich vom Berg finden sie sich hei der „Hacienda Pilapnzin (3279 m)".

Als „Geröll im Rio Sivi (3038 m)" und „im Rio Toachi bei der Hacienda Pilapnzin", wie anch „hei Anzbi" finden sich typische Amphibol-Dacite, die völlig denen vom Rande der Laguna gleichen. Ein Dacit „aus dem Rio Toachi bei der Hacienda Pilapnzin" zeigt eine schöne eutaxitische Struktur, insofern als kleinere und grössere glasige schwarze Partien, mehr oder minder parallel angeordnet, in dem sonst gelblichen Gestein liegen. Auf Querschnitten hat dasselbe infolge hiervon ein flaseriges Ausschen. Es macht den Eindruck, als sei ein glasiges, dacitisches Gestein zertrümmert und seine Bruchstücke dann von jenem anderen umschlossen worden.

## *II. Andesit.*

### a. Pyroxen-Andesit.

#### *1. Cordillera de Guangaje é Isinliví.*

„Felsen von Topaliví": Die hier anstehenden Gesteine sind von grosser Gleichmässigkeit: wie am „Beginn der Felsen im Osten", so sind sie anch am „Nordahsturz gegen den Rio Hatnncama (ca. 3100 m)" und am Weg „von der Qnehrada Chisaló (2943 m) zum Pnente Rio del Toachi". Es sind dunkelgrangrüne Gesteine mit kleinen Einsprenglingen, dem äusseren Anssehen nach Porphyriten nicht unähnlich.

Diesen Andesiten sehr ähnlich sind die ans der Umgehung der „Mina de Aznfre" nnd des Sees „El Salado (3055 m)" am Wege von Isinliví nach Tigua. Sie sind ebenfalls graugrün und enthalten zahlreiche kleine Feldspäthe und Angite als Einsprenglinge. An einem der Gesteine erkennt man reichlich Kalkspathbildung, bei anderen Serpentinisirung. W. Reiss sagt in seinem „Bericht über eine Reise nach dem Quilotoa und dem Cerro hermoso in den ecuatorianischen Anden",[1]) dass „in der Cordillera de Gnangaje Diorite und andere plutonische Gesteine eine bauwürdige Schwefellagerstätte umschliessen". Diese Gesteine sind hier mit Hinblick auf ihre grosse Aehnlichkeit mit denen von Topaliví stammenden Andesiten (welche nach Reiss dort die Hänge der Berge bedecken) gleichfalls als Pyroxen-Andesite aufgefasst. Genanere geologische Untersuchungen über das Alter dieser Gesteine sind sehr erwünscht.

[1]) W. Reiss: Z. d. g. G. 27. 1875. p. 281.

Am „Cerro Amena bei Tigna (3848 m)“ findet sich ein Pyroxen-Andesit von fast körnigem Habitus. Das Gestein erscheint sehr hell infolge seines Feldspathreichthums in Grundmasse wie als Einsprenglinge und führt ausserdem schwarze Augitkrystalle.

„Höchste Loma der Westcordillere (c. 4100 m) oberhalb Pujilí, östlich von Chambullas“: rothbraun, mit zahlreichen trüben weissen Feldspath-Einsprenglingen. Der Augit ist u. d. M. meist zu Brauneisen und Serpentin umgewandelt. Am „Cerro Ñanhuirag bei Isinliví“ steht ein braunschwarzer Pyroxen-Andesit mit verwitterten kleinen Feldspäthen an. Der auch vorkommende rhombische Augit ist u. d. M. fast immer zu Serpentin verwandelt und randlich von Brauneisenerz umgeben. Die Plagioklasleistchen der Grundmasse zeigen mannigfache und zierliche Skelettformen.

Dem Porfido verde antico gleicht makroskopisch sehr ein Pyroxen-Andesit aus der „Quebrada Cachiyacu zwischen Guantahaló und Tigua“. Die Grundmasse ist schwarzgrün und führt viele porphyrische, gleichfalls grünliche Feldspäthe und kleine schwarze Pyroxene.

„Gegend von Huincapana“: „Gipfelgestein des Pazuandin (4155 m)“ und „Cerro Padrerumi (4292 m)“: fast körnig. Das erste erscheint wie eine propylitische Abänderung des zweiten.

### 2. *Cordillera de Sigchos y Chugchilan.*

Anstehend findet sich hier kein Pyroxen-Andesit, nur als Geröll im Rio Toachi. Eines dieser Rollstücke, vom „Puente de Sigchos“ stammend, erscheint grauschwarz; als Einsprenglinge finden sich gelblich-glasiger Feldspath und Pyroxennädelchen. Vielfach hat sich Calcit und Brauneisen gebildet. Der Pyroxen erscheint u. d. M. serpentinisirt.

Ein anderes Gestein von derselben Fundstelle enthält in dichter, schwarzer, glänzender Grundmasse einige glasig-durchsichtige Feldspäthe und schwarze Augitkryställchen. Die Grundmasse ist stark glasig, die Glasbasis ist bräunlich und globulitisch gekörnelt und erfüllt von einem dichten Gemenge von kleinen Feldspathleisten und Augitkrystallen.

### 3. *Cordillera de Angamarca.*

„Mulacorral (3774 m), als Breccie anstehend“: ein schwarzes, mit winzigen Feldspäthen gespicktes Gestein mit gelblich-weissen Feldspath-Einsprenglingen. Accessorisch erscheint u. d. M. neben Plagioklas, Augit und Hypersthen auch etwas braune Hornblende.

„Cuchilla de Angamarca, zwischen Mestizo und Michacalá“: weissgraue bis schwarze Gesteine mit kleinen verwitterten Feldspäthen und spärlichen schwarzen Säulchen von Augit.

„Filo de Ticsan (4496 m)“: Eines der Stücke, „nach dem Hondon von Michacalá hinabgestürzt“, zeigt mattschwarze Grundmasse mit Einsprenglingen von Feldspath und Augit. Aehnlich, aber weniger Einsprenglinge führend, ist ein schwarzes Gestein vom „Hondon de Pigna (4075 m)“. Die Grundmasse ist hier sehr glasig und erfüllt von Feldspathleistchen von äusserster Kleinheit. Von ebendaher rührt ein verwittertes, bimssteinähnliches Gestein von grauweisser Farbe.

Vom „Orte Angamarca (2998 m)“ selbst stammt ein graugrüner Andesit mit kleinen Feldspäthen und Augiten. Nebenbei findet sich noch u. d. M. opacitische Hornblende.

Die Pyroxen-Andesite des „Quilla-urcu“ sind dunkle, schwarze Gesteine. Der bei „Quintichilli, Loma von Chimbucuchu“ anstehende Andesit enthält in schwarzer, glasiger Grundmasse eine reiche Anzahl von Feldspath-Einsprenglingen von mittlerer Grösse neben kleinen Augiten. — Von dem „Gipfel über Rumicruz (4400 m)“ stammen zwei schwarze, dichte Gesteine: das eine enthält kaum erkennbare Feldspäthe und Augite, das andere grössere Einsprenglinge von Plagioklas mit weissem, verwittertem Rand. U. d. M. führen beide ausserdem noch Hypersthen.

### 4. *Cordillera de Llangagua.*

„Remolino, Felsrücken über der Vaquería von Milni“: etwas entaxitisch erscheinend, rothbraun mit grünlichweissem Feldspath und mattschwarzem Augit.

Die Gesteine des „Lozan perfecto (4301 m)“ sind gleichmässige dichte schwarze Gesteine, aus denen sich durch ihren Glanz nur ganz kleine, schwarze Augitsäulchen und glasige oder weisse bis bräunliche Feldspathleistchen hervorheben. Die Grundmasse ist vorwiegend ein glasgetränkter Mikrolithenfilz, oft mit schöner Fluidalstruktur. Rhombischer Augit ersetzt zum Theil den monoklinen Pyroxen.

## b. Amphibol-Pyroxen-Andesit.

### 1. *Cordillera de Guangaje é Isinliví.*

Am Weg von Guantahaló nach Tigua steht „bei Guairapungu oberhalb Guangaje“ ein propylitisch verändertes Gestein an, mit graugrüner Grundmasse und zahlreichen kleinen, verwitterten Feldspäthen und schwarzen Hornblendekryställchen. U. d. M. erkennt man ausserdem zahlreiche Einsprenglinge von Hypersthen, die durch-

weg zu saftgrünem Serpentin umgewandelt sind. Die Hornblende ist braun und meist opacitirt.

*2. Cordillera de Angamarca y Llangagua.*

„Gipfel des Mururcu (4317 m)“: blaugraues Gestein, mit vielen Einsprenglingen von Feldspath und Amphibol. Die Grundmasse ist nur wenig krystallin entwickelt. Neben Augit kommt auch Hypersthen vor.

„Cuchilla de Angamarca, zwischen Mestizo und Michacalá (ca. 4300 m)“: sehr kleinporphyrische Struktur, hellgraue Grundmasse, zahlreiche Einsprenglinge von Feldspath und einige wenige von Hornblende.

Grössere Krystalle von Amphibol enthält ein graues, feldspathreiches Gestein vom „Filo de Ticsan (4496 m)“. U. d. M. ist die braune Hornblende stets von Opacit umrandet, ebenso ist auch der Pyroxen von Brauneisen umgeben.

*3. Umgegend von Pujilí.*

„Weg von Latacunga nach Cusubamba, Geröll aus den Quebradas Isinche und Patoa“: kleinporphyrisches, dunkelgrünes Gestein mit zahlreichen kleinen Feldspäthen. U. d. M. erkennt man ausser Plagioklas braune, opacitische Hornblende neben serpentinisirtem Pyroxen. Die Grundmasse besteht vorwiegend aus einem Feldspath-Augit-Gemenge.

*4. Cerro Quispicasha.*

„Zwischen Cusubamba und dem Fusse des Quispicasha, Filo zwischen Yanaalepofilo und Zalucu (4250 m)“: graue Grundmasse, als Einsprenglinge weisser Feldspath und schwarze, nadelförmige Hornblende.

„Theile des Conglomerates, das die Gipfelmasse des Quispicasha in 4545 m Höhe zusammensetzt“: graugrünes Gestein mit zahlreichen Feldspath-Einsprenglingen und seltener Hornblendekrystallen.

**c. Amphibol-Andesit.**

*1. Cordillera de Guangaje é Isinliví.*

„Felsen von Topaliví“: Bei der „Hacienda La Moya (3338 m)“, wie „nahe der Hacienda Chisaló (ca. 3100 m)“ stehen hie und da etwas verwitterte graue Gesteine an mit sehr kleinen Einsprenglingen von weissem Feldspath und dunkler Hornblende. Letztere ist u. d. M. meist stark opacitirt.

Bei „Hnincapana (4100 m)“ findet sich ein schwarzgrauer Andesit mit zahlreichen Einsprenglingen von Plagioklas und Hornblende. Der Amphibol ist braun und von Opacitsubstanz umrandet.

## 2. *Cordillera de Sigchos y Chugchilan.*

Als Geröll „im Rio Toachi beim Puente de Sigchos“ findet sich ein sehr frisches, dunkelgraues Gestein mit zahlreichen Plagioklasen von mittlerer Grösse und vielen kleinen Hornblendeleisten. Seinem Aussehen nach ähnelt es, abgesehen davon, dass Quarz als Einsprengling fehlt, sehr den Daciten des Esterelgebirges. Mikroskopisch neigt es auch zu den Daciten hin, indem die Grundmasse quarzführend ist. Die Hornblende ist grün und vollkommen frisch.

## 3. *Cordillera de Angamarca.*

„Filo Pucayacu (ca. 4300 m) über Hacienda Tigua“: Diese Gesteine führen als Einsprenglinge Feldspath und Hornblende. Ihre Farbe ist verschieden: eines derselben ist frisch, hellgrau, das zweite zeigt eine rothe Grundmasse und das dritte ist total verwittert.

„Gebiet des Quilluurcu“: An den „Picachos de Guantopoló“ wie bei „Yuracrumipungu“ stehen Amphibol-Andesite von grauer Farbe mit zahlreichen Einsprenglingen von Feldspath von mittlerer Grösse und Hornblende an. Die Hornblende ist braun, die Grundmasse holokrystallin. — Das „Gipfelgestein des Quillu-urcu (4500 m)“ ist weissgrau und führt Plagioklas und Hornblende als Einsprenglinge. Die Grundmasse ist ein sehr mikrokrystallines Feldspathgemenge.

„Ostseite des Quilotoa, bei Anzhi“: Dichtes, schwarzes Gestein mit wenigen Einsprenglingen von Feldspath und Hornblende. U. d. M. besteht das ganze Gestein fast allein aus Plagioklas, nur vereinzelt erscheint opacitische Hornblende.

## 4. *Cordillera de Llangagua.*

In den „Tuffen beim Aufstieg nach dem Lozan perfecto“ finden sich Blöcke eines blaugrauen, kleinporphyrischen Andesites mit Feldspath und Hornblende. Diese ist braun, aber opacitfrei.

## 5. *Cerro Quispicasha.*

Von der „Kammhöhe zwischen Yana-allpa-filo und Zalucu (ca. 4200 m)“ stammen zwei röthliche Gesteine. Hornblende und Plagioklas bilden die Einsprenglinge. Die Grundmasse ist holokrystallin.

Die westliche Bergkette des Toachithales, die Cordillera de Sigcbos y Cbugcbilan, ist reicb an alten Gesteinen. So findet sicb Quarzhornblende-Diorit im Orte Sigchos und westlich vom Cerro Puntas bei Rumipuugu in grossen Felsen am Weg uach Qnevedo. An letzterer Stelle kommt auch Diabasporpbyrit vor. Sonst stehen bier hanptsächlich Sedimentgesteine an, oft in steil aufgerichteten Schichteu. Andesite fehlen hier, dagegeu sind die Rücken nnd Abbänge dieser Berge bedeckt von dacitischen Auswurfsprodukten des Quilotoa. Meist sind es bimssteinartige Amphibol-Dacite, solcbe finden sich z. B. auf dem Páramo über Chugcbilau, bei Moyamba und bei Sigcbos.

Das eigentliche Flusstbal zwischen diesen beideu Gebirgszügen ist erfüllt von ungeheuren Ablagerungen vulkanischer Tuffe und Breccien, welche Bildungen die Einbeimiscben mit dem Worte „Pisilate“ bezeichnen. Bei Tigua liegt etwa einen Fuss unter der Oberfläche dieser Bimssteinformatiou ein grösseres Torflager. Zwischen diesen Tuffen treteu Sedimentgesteine hervor, wie Sandsteine und Schiefer, letztere zum Theil bituminös und mit Pflanzenabdrücken versehen, wie z. B. am Rio Sivi. Der Rio Toachi selbst ist reich an Geröllen aus den nmgebenden Bergen. In seinem Bette finden sich sowobl Diorite, Porphyrite und Diabasporphyrite, wie aucb Dacite und Andesite. Auf dem Boden dieses erodirten Thales steht Porphyrit an einzelnen Punkten an. Ganz im Grunde dieses Tbales erhebt sich nun der Quilotoa. An seinem Fusse, z. B. bei Anzhi, steheu verwitterte, braune, rothe und grünlicbe Pyroxen-Andesite an. Auf der Höhe aber ist alles bedeckt von dem dacitischeu Auswurfsmaterial des ehemaligen Vulkans. Bei Anzhi sind diese Dacittuffe durch Absatz der dortigen warmen Quellen reichlich mit Kalksinter bedeckt. Dasselbe findet sich auf dem Gipfel des Quilotoa am Westnfer der Lagune, überhaupt sind hier die Dacite vielfacb zersetzt, wohl durcb das Säuren und Gase baltige Seewasser oder durcb Fumaroleutbätigkeit.

Die südlich von diesen Gebirgen sich erstreckenden Cordilleren von Angamarca und Llangagua bestehen gleichfalls in ihrem Unterban ans Sedimentgesteinen. Aucb sie werden hie nnd da durcbsetzt von alten Gesteinen und überlagert von andesitischen Laven nnd Tuffen. Von Sedimenteu sind quarzige Conglomerate, Nagelfluh-Sandsteine reich verbreitet, so z. B. bei Panza und Tituañes in der Nähe von Angamarca. Diabas steht an auf dem rechteu Ufer des Rio Guambana bei der Quebrada Cachiyacu, Porphyrit bei Angamarca und Diabasporphyrit am Hondon de Pigna und am Filo zwischen Zarripo und Milni iu der Cordillera de Llaugagua. Pyroxen-Andesit findet sich bei Mulacorral, in der Cuchilla de Angamarca, beim Ticsan und bei Angamarca. Reich daran ist aucb das Quillu-urcugebiet: hier bildet er z. B. den Gipfel über Rumicruz und die Loma von Chimbucuchu. Daneben kommt

auch Amphibol-Pyroxen-Andesit, wie Amphibol-Andesit vor. Ersterer baut den Gipfel des Muru-urcu auf und findet sich auch wieder in der Cuchilla de Angamarca und am Filo de Ticsan. Letzterer ist verbreitet am Filo de Pucayacu, am Picacho Santurcu oberhalb Zumbagua und im Vulkangebiet des Quillu-urcu: z. B. an den Picachos von Guantopoló und bei Yuracrumipungu, auch bildet er das Gipfelgestein des Quillu-urcu selbst.

In der Cordillera de Llangagua setzt Pyroxen-Andesit den Felsrücken Remolino über der Vaquería von Milní zusammen und bildet vornehmlich das Gestein des Lozan perfecto. Daneben findet sich hier auch in den dort lagernden Tuffen Amphibol-Andesit und bimssteinartiger, wie perlitisch abgesonderter Glimmer-Andesit.

Das Berggebiet des Cerro Quispicasha endlich besteht vornehmlich aus Amphibol-Andesit, doch fehlt auch nicht Amphibol-Pyroxen-Andesit in seiner nächsten Umgebung. Der eigentliche Quispicasha besteht jedoch allein aus Amphibol-Andesit. Braunrothe oder gelbgefärbte Lavaschollen, vielfach plattig abgesondert, bedecken den ganzen Abhang des Berges und setzen die Gipfelmasse zusammen und verleihen ihm die weithin sichtbare rothe Färbung.

# TAFEL IV.

## Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Amphibol-Dacit vom Rande der Laguna, El Quilotoa. Oc. 2. Obj. 2. Ausgezeichnete Fluidalstruktur mit paralleler Anordnung der gestreckten, theilweise gebogenen Biotitleistchen.

Fig. 2. Amphibol-Dacit vom Rande der Laguna, El Quilotoa. Oc. 3. Obj. 2. Wirkung des fluidalen Magmas auf einen Hornblende-Einsprengling. Der Strom hat den rechten Rand des Amphibols vollkommen zertrümmert und die einzelnen Bruchstücke mit sich weggerissen.

Fig. 3. Amphibol-Dacit vom Rande der Laguna, El Quilotoa. Oc. 2. Obj. 2. Zertrümmerung einer Hornblende und bandförmige Auseinanderziehung ihrer Theile beim Fliessen des Magmas.

Fig. 4. Amphibol-Dacit vom Rande der Laguna, El Quilotoa. Oc. 2. Obj. 2. Zertrümmerung von Biotit und Hornblende.

Fig. 5. Amphibol-Dacit vom Rande der Laguna, El Quilotoa. Oc. 2. Obj. 2. Zertrümmerung von Plagioklas. Die Krystalle sind zu einem völligen Grus umgewandelt.

Fig. 6. Amphibol-Dacit vom Rande der Laguna, El Quilotoa. Ausgezeichnete Parallelstruktur, entstanden durch regelmässigen Wechsel von weissen Feldspath-Quarzlagen mit solchen von dunkler Grundmasse. Hat das Aussehen eines krystallinen Schiefergesteines. Handstück in etwa $^3/_4$ der natürlichen Grösse.

Fig. 7. Amphibol-Dacit vom Rande der Laguna, El Quilotoa. Ausgezeichnete Flaserstruktur, Darstellung der Schieferungsfläche. Man erkennt, dass die weissen Feldspath-Quarzlagen nicht durchgreifen, sondern dass die einzelnen zertrümmerten und ausgezogenen Feldspath-Quarzaggregate flaserartig von dem übrigen Gesteinsgemenge umgeben werden. Handstück in etwa $^3/_4$ der natürlichen Grösse.

---

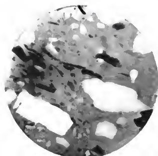


Fig. 1.



Fig. 3.

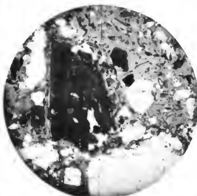


Fig. 2.

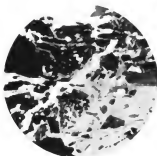


Fig. 4.



Fig. 5



Fig. 6

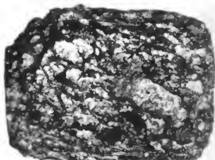


Fig. 7

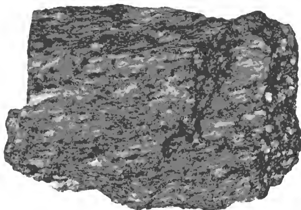
# TAFEL V.

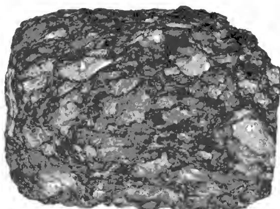
## Figuren-Erklärung.

Die beiden auf Taf. IV, Fig. 6 und 7 in verkleinertem Massstabe abgebildeten Handstücke des Amphibol-Dacits vom Quilotoa sind hier in natürlicher Grösse und in ihrer natürlichen Färbung wiedergegeben, um, deutlicher als dies im einfachen Lichtdruck geschehen konnte, die eigenthümlichen Strukturverhältnisse dieser Laven zu zeigen.

Die Abbildungen sind nach dem Vogel'schen Verfahren durch dreifache photographische Aufnahme und dreifachen farbigen Druck hergestellt; sie lassen an Naturwahrheit kaum was zu wünschen übrig und können, für den vorliegenden Zweck, die Handstücke einigermassen ersetzen.







Buntfarbendruck
Georg Buxenstein & Comp. BERLIN SW.

# V

# VON DEN AMBATO-BERGEN BIS ZUM AZUAY

BEARBEITET VON

ADOLF KLAUTZSCH

MIT TAFEL VI UND VII

# Einleitung.

Das Gebiet, das vorliegender Arbeit zu Grunde liegt, umfasst den Schluss der von den Herren Reiss und Stübel besuchten ecuatorianischen Westcordillere nach Süden hin; in ihm liegen an bedeutenden Vulkanen die Berge des Chimborazo und Carihuairazo, des Igualata, des Llimpi, des Casagnala und Sagoatoa. Es liegt seiner geographischen Lage nach etwa zwischen 1° 10′ — 2° 5′ südl. Br. und 0° 8′ westl. Länge des Meridians von Quito. Es umfasst nach Westen hin auch das Vorland der Cordillere und die Gegend der bedeutenden Küsten- und Hafenstadt Guayaquil. Topographisch bilden den Westabfall der Cordillere die Sedimentärbildungen cretaeäischen Alters, vielfach von porphyrischen, dioritischen und diabasartigen Gesteinen unterbrochen, die die Bergzüge der Cordillera de Leigua, de Chimbo und weiter östlich davon als Parallelkette die Páramos de Puyal und de Guamote zusammensetzen. Ihrer zum interandinen Hochland abfallenden Ostseite sind die obenerwähnten Vulkangebirge aufgesetzt oder lagern auch dem eigentlichen Plateau auf.

Entwässert werden diese Gebirge auf ihrer Ostseite durch zahlreiche reich verzweigte Flussgebiete, die ihr Wasser dem Rio Pastaza zuführen, der zum Stromgebiet des Amazonas gehört. Es sind: vom nordwestlichen Chimborazo und Carihuairazo kommend, der Rio Ambato, der auf seinem linken Ufer, nahe der Stadt Ambato, noch den vom Casagnala und Sagoatoa kommenden Rio Alajna aufnimmt; dann der Rio de Mocha, der die östlichen Hänge des Chimborazo und Carihuairazo und die westlichen des Igualata und Llimpi entwässert, und sich kurz vor der Mündung des Rio Ambato in den Rio Patate noch mit diesem, von Süden kommend, vereinigt. Dem Südgehänge des Chimborazo entströmt der Rio de San Juan, der mit dem von dem südlicher gelegenen Páramo de Puyal kommenden Rio de Sicalpa den Rio Chibunga bildet, der bei

Riobamba vorbei zum Rio Chambo fliesst. Der Rio Patate, von Norden kommend, und der Rio Chambo, von Süden herströmend, sind also schliesslich die Kanäle, die die Gewässer des Ostabhanges dieses Theiles der Westcordillere dem Rio Pastaza zuführen. — Die Entwässerung der Westabhänge übernimmt der in einem Längsthal erst südwärts fliessende Rio Chimbo, der, bei seinem Austritt aus dem Gebirge sich westwärts wendend, das Tiefland der Provinz Guayas durchströmt, als Rio Yaguachi etwas oberhalb Guayaquil in den Rio Guayas mündet und somit seine Wasser dem Stillen Ocean zuführt. Die äussersten westlichen Höhenzüge der Westcordillere, die Cordillera de Leigua und de Chimbo, senden, ausser ihren ostwärts zum Rio Chimbo fliessenden Gewässern, direkt noch zahlreiche kleine Flüsse in das westlich vorgelagerte Tiefland, die, in dem Rio Zapotal sich vereinigend, alle zur Bucht von Guayaquil strömen.

Die höchsten Punkte in dem dieser Arbeit gewidmeten Gebiet sind die dem alten Gebirge aufgesetzten Vulkane. Die Höhen des eigentlichen alten Gebirges sind sehr mannigfach, sie gehen bei der westlichsten Parallelkette etwa bis zu 3500 m (C. Pumin 3564 m), steigen in der östlichen Parallelkette von ca. 3700 m (Ensillada n.w. Guaranda 3745 m) bis zu 4300 m (Cerro Puyal 4308 m). Weiter ostwärts bis zur Ostgrenze des Gebietes fällt das Gebirge schnell ab zum interandinen Tiefland, dessen Punkte etwa in 2100—2800 m Meereshöhe liegen (z. B. Patate 2117 m, Riobamba 2798 m).[1]) Die Höhen der einzelnen Vulkanberge selbst sind: Chimborazo 6310 m, Carihuairazo 5106 m, Igualata 4452 m, Llimpi 3744 m, Casagnala 4545 m, Sagoatoa 4158 m. Südlich des Chimborazo, zwischen dem Páramo de Puyal und den Cerros de Yaruquies, liegt in 3288 m Meereshöhe ein einsamer See, die Laguna de Colta.

Die Litteraturangaben über Theile des bearbeiteten Gebietes sind ziemlich häufige, aber meist geographischen Inhaltes, doch findet sich auch manche mineralogisch-petrographische, wie geologisch-palaeontologische Notiz. Es kommen zur Litteratur in Betracht folgende Werke:

*1751/52.* LA CONDAMINE: *Journal du voyage fait par ordre du roi à l'Équateur. Paris 1751. Supplément 1752.*

*1816.* L. v. BUCH: *Von den geognostischen Verhältnissen des Trapp-Porphyrs. Abhandl. Akademie Berlin. 1816. Jahrgang 1812—13.*

*1823.* A. v. HUMBOLDT: *Essai géologique sur le gisement des roches dans les deux hemisphères. Paris 1823.*

*1823.* G. ROSE: *Ueber den Feldspath Albit, Labrador und Anorthit. Gilberts Annalen. Bd. 73. 1823. p. 173.*

*1835.* J. B. BOUSSINGAULT: *Versuch einer Besteigung des Chimborazo am 16. Dez. 1831. Poggendorff's Annalen. Bd. 34. 1835. p. 193.*

*1836.* L. v. BUCH: *Ueber Erhebungskratere und Vulkane. Poggendorff's Annalen. Bd. 37. 1836. p. 188. 190.*

*1837.* L. v. BUCH: *Schumacher's astronom. Jahrbuch. 1837.*

[1]) Diese von Reiss u. Stübel herrührenden Höhenangaben sind der neuen Karte von Th. Wolf entnommen, als Begleitkarte z. A. Stübel: Die Vulkanberge v. Ecuador. Berlin 1897.

*1841.* **H. ABICH:** *Ueber die Natur u. den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. Braunschweig 1841.*

*1845—62.* **A. v. HUMBOLDT:** *Kosmos. Stuttgart-Tübingen 1845—62.*

*1849.* **B. BOUSSINGAULT y ROULIN:** *Viajes científicos à los Andes ecuatoriales etc. Traducida por J. Acosta. Paris 1849.*

*1853.* **A. v. HUMBOLDT:** *Kleinere Schriften 1. Stuttgart 1853.*

*1857.* **HOOKER'S** *Journal of Botany and Kew Garden's Miscellany. IX. 1857. p. 143—148.*

*1858.* **H. KARSTEN:** *Die geognost. Verhältnisse Neu-Granadas. Amtl. Bericht der Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte in Wien 1856. Wien 1858.*

*1858.* **M. VILLAVICENCIO:** *Geografía de la República del Ecuador. New-York 1858.*

*1860.* **F. ZIRKEL:** *Lehrbuch der Petrographie. Bonn 1860.*

*1861.* **LUDW. K. SCHMARDA:** *Reise um die Erde in den Jahren 1853—57. Braunschweig 1861.*

*1861.* **J. ROTH:** *Gesteinsanalysen. Berlin 1861.*

*1868.* **J. ORTON:** *Notes on the physical geography af the Andes of Quito. Americ. Journ. of Science. 45. p. 99. 1868.*

*1868.* **J. ORTON:** *On the Andes and the Amazonas. ibid. 46. p. 203. 1868.*

*1869.* **J. ORTON:** *Geological notes on the Andes of Ecuador. ibid. 47. p. 242. 1869.*

*1870.* **J. ORTON:** *The Andes and the Amazons, or across the continent af South-America. London 1870. 2. Aufl. 1876.*

*1870.* **M. WAGNER:** *Naturwiss. Reisen im tropischen Amerika. Stuttgart 1870.*

*1873.* **W. REISS u. A. STÜBEL:** *Alturas tomadas en la República del Ecuador en los años de 1871, 1872 y 1873. Quito 1873.*

*1873.* **T. WOLF:** *Crónica de los Fenómenos volcánicos y Terremotos en el Ecuador. Quito 1873.*

*1873.* **G. vom RATH:** *Sitz. Ber. Verhandl. des naturhist. Vereins f. Rheinland u. Westfalen. Bd. XXX. Bonn 1873.*

*1875.* **G. vom RATH:** *Beiträge zur Petrographie. I. Ueber einige Andengesteine. Z. d. geol. Ges. 27. 1875. 295.*

*1876.* **L. DRESSEL:** *Estudio sobre algunas aguas minerales del Ecuador. Quito 1876.*

*1877.* **L. DRESSEL:** *Die Vulkane Ecuadors u. der jüngste Ausbruch des Cotopaxi. Stimmen aus Maria-Laach. Bd. XIII. p. 445. Freiburg i. Br. 1877.*

*1879.* **TH. WOLF:** *Viajes científicos por la República del Ecuador. Guayaquil 1879.*

*1880.* **M. ŽUJOVIĆS:** *Note sur les roches éruptives et métamorphiques des Andes. Belgrad 1880.*

*1881.* **C. W. v. GÜMBEL:** *Nachträge zu den Mittheil. über die Wassersteine (Enhydros) von Uruguay und über einige süd- und mittelamerikanische s. g. Andesite. Sitz.-Ber. math.-phys. Klasse, Akademie zu München. XI. 321. München 1881.*

*1881.* **E. WHYMPER:** *A journey among the great Andes of Ecuador. Proceedings af the Royal geograph. society. III. 1881. p. 449.*

*1882.* **E. WHYMPER:** *Expedition among the great Andes of Ecuador. Alpine Journal X. London 1882. 49.*

*1882.* **E. WHYMPER:** *Note on an alleged ascent af Chimborazo in 1856. Alpine Journal X. 1882. p. 226.*

*1883.* **W. BRANCO:** *Ueber eine fossile Säugethierfauna von Punin b. Riobamba in Ecuador, mit einer geologischen Einleitung von W. Reiss. Berlin 1883; in Dames u. Kayser: Palaeontol. Abhandlgen. I. 2. Jena 1883.*

*1884.* **T. G. BONNEY:** *Notes on the microscopical structure of some rocks from the Andes af Ecuador, collected by E. Whymper. Proceedings of the Royal society of London. 36. 1884. p. 241. p. 426.*

*1884.* **M. ŽUJOVIĆS:** *Les roches des Cordillères. Paris 1884.*

*1885.* **J. KOLBERG:** *Nach Ecuador. Reisebilder. 3. Aufl. Freiberg i. Br. 1885.*

*1886.* **J. SIEMIRADZKI:** *Geolog. Reisenotizen aus Ecuador. N. J. Beilagebd. IV. 195. Stuttgart 1886.*

*1886.* **H. KARSTEN:** *Géologie de l'ancienne Colombie bolivarienne, Vénézuela, Nouvelle-Grénade et Écuador. Berlin 1886.*

*1886.* **A. STÜBEL:** *Skizzen aus Ecuador. Berlin 1886.*

*1890.* M. NEUMAYR: *Erdgeschichte. Leipzig 1890.*
*1891.* E. WHYMPER: *Supplementary Appendix to travels amongst the Great Andes of the Equator. London 1891.*
*1892.* E. WHYMPER: *Travels amongst the Great Andes of the Equator. London 1892.*
*1892.* W. REISS u. A. STÜBEL: *Reisen in Südamerika. Geolog. Studien in der Republik Colombia. I. Die vulkanischen Gesteine. bearb. v. R. Küch. Berlin 1892.*
*1892.* TH. WOLF: *Geografia y Geologia del Ecuador. Leipzig 1892.*
*1892.* TH. WOLF: *Carta geográfica del Ecuador. Leipzig 1892.*
*1892—93.* W. REISS u. A. STÜBEL: *Reisen in Südamerika. Das Hochgebirge der Republik Ecuador. I. 1. u. 2., bearbeitet v. Belowsky, Herz, Elich, Klautzsch. Berlin 1892—93.*
*1896.* W. REISS u. A. STÜBEL: *Dasselbe. II. 1., bearbeitet v. E. Esch. Berlin 1896.*
*1897.* A. STÜBEL: *Die Vulkanberge von Ecuador (mit Karte). Berlin 1897.*

---

Was nun die Topographio der einzelnen Gebirgszüge unseres Gebietes selbst betrifft, so schliessen sich zunächst eng an dic in meiner früheren Arbeit[1]) behandelten Cordilleren und Berge die Vulkangebiete des Casaguala und Sagoatoa an. Hier breiten sich die nicht vulkanischen Gebiete der Cordilleren von Angamarca nnd Zumbagua an ihrem südlichen Ende, schon in der Breite des Quispicasha, stark nach Osten aus und bilden hier die Basis jener Vulkanberge, während die Hauptcordillere ihre Richtung bis zum Chimborazo hin fortbehält. „Durch diesen Gebirgssporn wird," wie Stübel[2]) schreibt, „z. B. vom Cerro Llimpi aus gesehen, der Eindruck hervorgerufen, als ob die Cordillere hier eine scharfe Biegung nach Westen mache." Diesem zwischen der Cordillera de Angamarca und dem Tiefland von Ambato liegenden Höhenzug gehört die Gruppe des Quispicasha und Casaguala und des Sagoatoa an.

Die ersten beiden Berge, die Stübel[3]) als ein einheitliches Gebilde aufzufassen scheint, ragen mit ihren „grotesken Felszacken" noch nicht bis zur Schneegrenze empor. Er schreibt: Der Gipfel des Quispicasha (4545 m) darf als der Theil eines grösseren, mehrgipfligen vulkanischen Baues aufgefasst werden, über dessen Umfang jedoch bei der Kürze des Besuches keine näheren Angaben gemacht werden können. So ist es eben zweifelhaft, ob die Gipfel des Quispicasha, Casaguala, des Cerro Josepo (4304 m) und Yana-rumi (4330 m) einem und demselben Eruptionscentrum angehören.

Ostwärts davon liegt der Sagoatoa (4158 m). Er bildet gleichsam den Eckpfeiler an der scharfen Biegung, welchen die Westcordillere von Latacunga in ihrem südlichen Theil zu machen scheint. Er gehört zu den einförmigsten und unscheinbarsten Vulkanbergen des Hochlands. Seine Gestalt ist die eines wenig steilen Kegels, der von einer flachen, verhältnissmässig umfänglichen Gipfelwölbung gekrönt erscheint,

---

[1]) W. Reiss u. A. Stübel: Reisen in Südamerika: Das Hochgebirge der Republik Ecuador. I. Westcordillere. Vom Rio Hatuncama bis zur Cordillera de Angamarca. Bearbeitet v. A. Klautzsch. Berlin 1893.
[2]) A. Stübel: Vulkanberge von Ecuador. Berlin 1897. p. 180.
[3]) A. Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. p. 196.

aus der einige Felsenspitzen hervorragen. Radial verlaufende Thäler, in der Mitte der flachen Gipfelwölbung entspringend, gliedern den Abhang des Berges in eine Anzahl gleichartiger Rücken. Erst wenn man auf seinem Gipfel steht, sieht man, dass er auch eine Einsenkung besitzt, die als Kraterkessel gedeutet werden darf (Kraterboden 4037 m). Da der Sagoatoa nicht freisteht, sondern sich an die Cordillere anschliesst, stellt seine Basis keine vollkommene Kreisfläche dar. Jedoch sind beide nicht nur in ihrem unteren Theil mit einander verbunden, sondern bis hinauf zur vollen Höhe, so dass man keinen sie trennenden, tieferen Thaleinschnitt zu durchschreiten hat, um vom Kamm der Cordillere zum Gipfel des Berges zu gelangen.[1]

SSW. des Sagoatoa's in etwa 35 km Entfernung erhebt sich der mit ewigem Schnee bedeckte Gipfel des Carihuairazo. Sein Gehänge geht aber bis zu den Abhängen des Sagoatoa heran und ist nur durch den Rio Ambato von jenem getrennt. Seine Höhe beträgt 5106 m, sein Name setzt sich aus den drei Worten der Quichuasprache zusammen: cari, Mann, huaira, Wind, razu, Schnee.[2] Er ist der Zwillingsbruder des südlich gelegenen, mit ihm durch den Sattel von Abraspungo (4392 m) verbundenen Chimborazo. Die Indianer nennen ihn „die Frau des Chimborazo".[3] Beide stehen etwa in denselben Beziehungen wie in Armenien der kleine Ararat zum grossen.[4] Es ist kein auf ebener Basis freistehender, ringsum symmetrisch gebauter Vulkanberg, sondern ein solcher, dessen Ausgestaltung durch die Configuration des Bodens, auf welchem er sich aufgebaut hat, besonders stark beeinflusst worden ist. Der grosse Kraterkessel, die Caldera, ist einem von ihm und seinen Eruptivmassen gänzlich verdeckten Grundgebirge so aufgesetzt, dass die äusseren Abhänge des Berges nach ihren verschiedenen Richtungen hin auch verschiedene Ausdehnung besitzen. Daher kommt es, dass der Carihuairazo, von Osten und von Norden, von der Gegend von Riobamba und von Latacunga aus gesehen, als ein über 2000 m hoher Kegelberg erscheint, während der äussere Abfall seines Calderakranzes nach Süden, gegen den Chimborazo hin, und auch nach Westen nur noch zwischen 700 und 1000 m Höhe beträgt. Er lehnt sich gleichsam an den Nordabhang des Chimborazo an.[5] Die Caldera öffnet sich nach Nordosten und setzt sich in dem Thal von Salazaca über die ganze Seite des Berges fort. Diesem Thor gegenüber liegt der höchste Punkt der Circuswand. Sie selbst fällt nach innen sehr steil ab, doch auch

[1] A. Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. p. 197.

[2] ibid. p. 199. Villavicencio: Geografia de la República del Ecuador. New-York 1858. p. 59 giebt s. Höhe zu 5721 varas ü. d. Meeresspiegel an.

[3] J. Orton: The Andes and the Amazons. London 1870. p. 132.

[4] M. Wagner: p. 456. Stuttgart 1870.

[5] A. Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. p. 198, 199.

nach Aussen hin ist ihr Abfall oft ein sehr jäher. Anzeichen dafür, dass im Innern der Caldera einst ein Ausbruchskegel thätig gewesen ist, sind nicht vorhanden. Dagegen fällt es auf, dass die Caldera durch 2 gratartige, radial verlaufende Felsrücken in 3 Theile getrennt wird. Dieser ganze weite Kessel ist von Eismassen erfüllt. Die Grossartigkeit der Vergletscherung der Caldera kommt fast der des Antisana und des Altar gleich. Dieses weite Gletscherbecken bildet zugleich auch das nie versiegende Quellgebiet eines wasserreichen Armes des Rio Pachanlica. — Die unteren, flachen Gehänge des Berges sind tief von Cangagua und Bimssteintuffen bedeckt; erst in der höheren Páramo-Region zeigt sich der Berg annähernd in seiner ursprünglichen Gestalt, indem er eine ganze Reihe radial gestellter, durch Schluchten und Thäler getrennter Rücken und Kämme zeigt, welche aber, der ganzen flachen Anlage des Baues entsprechend, sehr lang gezogen und schwach geneigt erscheinen.[1]) Westwärts fällt der Berg sanft ab zu dem Plateau, welches ihn von der Cordillera de Angamarca trennt, ostwärts dagegen erhebt sich im unteren Drittel seines Abhangs der Eruptionskegel des Puñalica (3996 m).[2]) Er besteht im Wesentlichen aus geflossenem Material und hat gegen Südosten eine seitlich geöffnete, kraterschachtartige Aushöhlung. Der Fuss dieses abgestumpften Kegelberges läuft besonders nach Osten hin weit aus; an seiner Südseite besitzt er einen kuppenförmigen Ansatz, „Guagua-Puñalica“ genannt. Seine Abhänge sind hüglig, und nur der oberste, steilste Theil erscheint abgeglättet.[3]) Die vulkanische Thätigkeit des Carihuairazo gehört der vorhistorischen Zeit an. Am 29. Juni 1699 erschütterte ein gewaltiger Erdstoss die westliche Cordillere. Dabei soll sich ein ungeheurer Schlammstrom ergossen haben, der grösste, welcher jemals die Hochebene von Ambato überfluthete, der von Wagner und Humboldt als vom Carihuairazo ausgehend geschildert wird. „Es war alles zusammen ein Gemenge von Wasser, Erde und Mineralien,“ sagt Velasco in seiner Geschichte von Quito.[4]) Humboldt[5]) und Schmarda[6]) geben übereinstimmend für dieses Ereigniss das Jahr 1698 an. Gleichfalls im Jahre 1797 bei dem grossen Erdbeben von Riobamba strömten von dem Berge grosse Schlammmassen herab, die den Untergang von Quero verursachten und das blühende Ambato schrecklich verwüsteten. Ehrenberg entdeckte in diesem Schlamm Naviculae (Pinnulariae) und andere organische Bestandtheile.[7])

---

[1]) A. Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. p. 199, 200.
[2]) A. Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. p. 200.
[3]) A. Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. p. 202.
[4]) M. Wagner: Naturwiss. Reisen im trop. Amerika. Stuttgart 1870. p. 457.
[5]) A. v. Humboldt: Cosmos I. p. 243. Stuttgart 1845.
[6]) L. K. Schmarda: Reise um die Erde in d. Jahren 1853—57. Braunschweig 1861. Bd. III. p. 274.
[7]) H. Karsten: Geognost. Verhältnisse Neu Granadas. Wien 1858. p. 91.

Bestiegen wurde der Berg von E. Whymper am 29. Juni 1880.[1]) SSW. vom Carihuairazo, mit ihm durch die Einsenkung von Abraspungo in Verbindung stehend, erhebt sich der zweithöchste Berg Südamerikas, der Chimborazo. Seine Höhe beträgt nach den trigonometrischen Messungen des Herrn Reiss 6310 m. Villavicencio giebt seine Höhe zu 7682 varas an.[2]) „Als vulkanischer Bau besitzt der Chimborazo gleichwohl nur eine Höhe von etwa 2000—3000 m; dass sein Gipfel dennoch bis zu einer solch' ungewöhnlichen Höhe steigt, hat seinen ausschliesslichen Grund in der Höhenlage der nicht-vulkanischen Basis, auf welcher der vulkanische Bau errichtet worden ist." „Der Chimborazo ist ein ringsum freistehender Berg; er zeichnet sich aber vor anderen, gleichfalls freistehenden Bergen dadurch aus, dass seine Abhänge bis in die Nähe der Schneegrenze von allen Seiten leicht zugänglich sind; es führen sogar Saumpfade fast nach allen Richtungen hin."[3]) „Von der in langen Zacken auf- und niedersteigenden Schneegrenze bis zu dem flach gewölbten Gipfel darf die Höhe der Eisumhüllung durchschnittlich auf 1500—1600 m veranschlagt werden. Indessen giebt es steil geneigte Stellen am Abhange, welche selbst noch in einer Höhe von 5800 m zeitweilig von Schnee frei werden; das Gletschereis dagegen geht hie und da bis zu 4700 m nieder."[4]) Nach Whymper[5]) geben die Gletscher etwa bis zu 14—15 000 Fuss herab. Da in den Eismassen grosse Spalten fehlen, so folgert er, dass dort die Gletscherbewegung eine langsamere zu sein scheint, als bei den Gletschern unserer Alpen.[6]) Von Westen gesehen erscheint die Form des Berges kegelförmig, von der Ostseite dagegen bietet er die Gestalt eines schräg geneigten Rückens, der ausser dem Hauptgipfel noch zwei stufenartige Absätze aufweist.[7]) Schmarda[8]) schreibt: Das Panorama von Riobamba aus ist vielleicht eines der schönsten, die es giebt. Im Westen erhebt sich wie eine Riesenglocke aus Silber der Chimborazo, von dem scheinbar ein beschneiter Rücken nach dem Carihuairazo hinzieht. Nach Wagner[9]) erscheint er, vom Guarandathal aus gesehen, also in nordöstlicher Richtung, in einer mehr langgestreckten pyramidalen als conischen Form. Die breite Wand der mächtigen Pyramide fällt dort

[1]) E. Whymper: A journey among the great Andes of the Equator. Proceed. of the royal geogr. Soc. 1881. III. p. 458.

[2]) Villavicencio: Geografia de la República del Ecuador. 1858. p. 41.

[3]) Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. 1897. p. 204.

[4]) ibid. p. 205.

[5]) E. Whymper: A journey among the great Andes of the Equator. Proceed. of the royal geogr. Soc. 1881. III. p. 459.

[6]) Whymper: ibid. p. 460.

[7]) Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. 1897. p. 205.

[8]) Schmarda: Reise um d. Erde i. d. Jahren 1853—57. Braunschweig 1861. III. p. 196.

[9]) Wagner: Naturwiss. Reisen im trop. Amerika. Stuttgart 1870. p. 459.

in einer Senkung von 25—30° von NW. nach SO. ab. Nach Orton[1]) bildet er, von Guaranda aus gesehen, eine prachtvolle paraboloide Masse, während, von Riobamba aus betrachtet, das Profil des ganzen Berges das Aussehen eines ruhenden Löwen hat. Von Nordwesten aus gesehen erheben sich Chimborazo wie Carihuairazo auf gemeinschaftlicher Basis, und ihre mit Schutt und Vegetation bedeckten Abhänge greifen so innig in einander ein, dass eine sie trennende Grenze nicht scharf gezogen werden kann. Abraspungo (4392 m) ist der tiefste Punkt der sie verbindenden Sattellinie, ein Pass, der seiner Stürme wegen mit Recht gefürchtet wird. Auf der Nordseite des Chimborazo liegt die Schneegrenze höher als an irgend einem anderen Vulkanberge Ecuadors, denn auf den steilen Schutt- und Schlackenhalden von Puca-huaico kann man an einigen Stellen bis über 5000 m hoch aufsteigen, ohne Schnee zu betreten. Steile Abrutschungen haben sich hier wegen des schlackigen Materials, aus dem sich die Gehänge aufbauen, vielfach gebildet und zeigen dann frische Aufschlüsse in den rothen, braunen und gelben Schlackenlaven, die man noch in 5800 m Höhe antrifft und unter blau durchscheinenden Eisbänken mit haushohem, senkrechtem Aufbruch zu Tage treten sieht. Eine Fels- und Eisscenerie, wie sie der Berg gerade an dieser Stelle darbietet, von wo der Blick zugleich in die tiefen, bunten Schründe des Puca-huaico fällt, dürfte an Grossartigkeit nicht leicht zu übertreffen sein, und lohnt reichlich die Mühe, welche der Aufstieg verursacht.[2]) Am interessantesten ist jedenfalls der Anblick des Berges von Westen her, auch vom geologischen Standpunkt aus. Vom Tambo de Pucará (3024 m) gesehen erscheint der Chimborazo zwar nicht in seiner vollen Grossartigkeit als höchster Schneeberg des nördlichen Südamerika, aber der Anblick von hier aus lehrt das Verhältniss erkennen, in welchem der Vulkanberg zu seinem nicht vulkanischen Grundgebirge steht. Der Berg selbst erscheint als ein regelmässig gestalteter Kegelberg, der auf einem Hochplateau steht und dessen Schneebedeckung bis nahe an seine Basis herabreicht. Die Höhe des Kegels beträgt etwa 2300 m. Die Basis selbst bildet die Serranía de la Calera von durchschnittlich 4000 m Höhe und setzt sich aus Diabasen, Dioriten, Porphyriten und Sedimenten der Kreideformation zusammen und fällt nach Westen, nach dem Beschauer zu, steil ab, während sie sich nach Osten hin nur langsam und sanft bis zu den Terrassen über dem Chambothal abdacht. Während also im Westen der vulkanische Bau etwa in 4000 m Höhe beginnt, liegt sein Fuss im östlichen Theil in der Thalebene von Guano in etwa 2700 m Höhe. „Aus diesem beträchtlichen Niveauunterschied von ca. 1400 m zwischen dem südöstlichen und dem nordwestlichen Chimborazo-Fusse in Verbindung mit dem Umstande, dass das nicht-

[1]) J. Orton: Geological notes on the Andes of Ecuador. Sill. Americ. Journ. 1869. 47 p. 244.
[2]) Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. 1897. p. 211.

vulkanische Grundgebirge auf der Westseite bis zu mindestens 4000 m aufsteigt, dürfen wir den Schluss ziehen, dass der vulkanische Bau des Chimborazo auf einer geneigten Unterlage entstanden ist." [1]) Sein Bau erscheint überaus einförmig. Tief eingeschnittene Thäler, in der Schneeregion entspringend, die den unteren Theil des Berges in einzelne grosse Abtheilungen zerlegen, sind nicht vorhanden, ebensowenig Strebepfeiler mit freistehenden Gipfeln. [2]) Humboldt fasst den Chimborazo als eine domförmige, ungeöffnete Masse von Dolerit auf. [3]) Wagner [4]) denkt sich die Bildung des Chimborazo und Carihuairazo derartig, dass, „als die Spalte, deren Dämpfe den trachytischen Riesenbau gehoben oder aufgethürmt haben, sich wieder geschlossen hatte, die hebenden Kräfte bei fortdauernder Wirkung des vulkanischen Herdes an der Grösse ihres eignen Baues den mächtigsten Widerstand gefunden zu haben scheinen. Ein seitlicher Durchbruch erfolgte später am westlichen Fusse des Chimborazo und thürmte aus ausgeworfenen Rapilli und Asche den Kegel des Carihuairazo auf, durch dessen Gipfelkrater der unterirdische Feuerherd eine derartige Verbindung mit der Atmosphäre herstellte." Boussingault [5]) hielt ihn für einen Vulkan, d. h. in seinem Sinn. In wenigen Worten giebt er seine Ansicht in einem Brief an A. v. Humboldt: „Ueber einen wiederholten Versuch, auf den Gipfel des Chimborazo zu gelangen." [6]) Er schreibt: „Die Masse des Chimborazo besteht aus einem Haufwerk ganz ohne alle Ordnung über einander gethürmter Trachyttrümmer. Diese oft ungeheuren Trachytstücke eines Vulkans sind im starren Zustand gehoben; ihre Ränder sind scharf; nichts deutet darauf, dass sie in Schmelzung oder nur einmal im Zustand der Erweichung gewesen wären. Nirgend beobachtet man an einem Vulkan etwas, was auf einen Lavastrom schliessen lassen könnte. Niemals ist aus diesen Kratern etwas anderes ausgeworfen als Schlammmassen, elastische Flüssigkeiten und glühende, mehr oder weniger verschlackte Trachytblöcke, welche oft in beträchtliche Entfernungen geschleudert werden." Den Fuss des Chimborazo bildet ein Plateau. „Der Trachyt erhebt sich gegen den Berg und zeigt oft beträchtliche Spalten. Man könnte sagen, der Chimborazo habe, als er sich hob, das Plateau zersprengt, welches ihm zur Basis diente."

An tiefeingeschnittenen Thälern, die die Lagerungsverhältnisse der Gesteinsbänke im Inneren des Berges erkennen lassen, fehlt es aber am Chimborazo auch nicht.

[1]) Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. 1897. p. 212, 213.

[2]) Ebd.

[3]) A. v. Humboldt: Kosmos. I. p. 135.

[4]) Wagner: Naturwiss. Reisen im trop. Amerika. Stuttgart 1870. p. 456.

[5]) M. Boussingault: Sur les tremblements de terre des Andes. Annales de chimie et de physique. 58. Paris 1835. p. 85.

[6]) A. v. Humboldt: Kleinere Schriften. 1. Band. Geognostische und physikalische Erinnerungen. Stuttgart/Tübingen 1853. p. 200.

Neben dem bergrutschartigen Aufbruch von Puca-huaico an der Nordseite des Chimborazo ist an dem hohen kegelförmigen Abschluss des Vulkanbaues auf seiner Westseite noch ein zweiter tiefer Aufschluss, und zwar sieht man hier Lavabänke von ganz ungewöhnlicher Mächtigkeit und Ausdehnung. Die senkrechten Abstürze der Gesteinsbänke sind als schwarze Leisten, Grate, Treppen und Giebel, die von blendend-weissen Schnee- und Eiskuppen überdacht werden, bis nahe zum Gipfel hinauf zu verfolgen.[1])

Der nach Riobamba gekehrte, verhältnissmässig flach verlaufende Abhang des Berges fällt durch seine wellige Oberfläche auf. Diese Wellen und Hügel entstanden durch die Uebereinanderlagerung von Lavaströmen, und selbst eine dicke Humusschicht mit hohem Grasbestand konnte hier die eigenthümlichen Bodenformen geflossener Gesteinsmassen nicht verdecken.[2]) Es sind zum Theil Lavaströme mit ausgeprägter Säulenabsonderung. Alle diese langgezogenen und schmalen, rippenartig von den Abhängen herablaufenden Hügel erweisen sich immer in den Durchschnitten, welche die neue Strasse von Riobamba über Lican macht, als schlackige Lava, die völlig der Niedermendiger Mühlsteinlava gleicht.[3]) Ueber einem der schönsten dieser säulenförmigen abgesonderten Lavaströme stürzt ein Wasserfall, die Chorrera, nicht weit unterhalb des Arenals.[4])

L. Dressel[5]) erwähnt von der SO.-Seite des Chimborazo und im Gebiete der Hacienda del Chimborazo zwei salinische Quellen von verschiedener Zusammensetzung:

| 1. Obere Quelle | | 2. Untere Quelle („Cachi-huaico") | |
|---|---|---|---|
| $KCl$ | 0,0005 | $K_2SO_4$ | 0,0065 |
| $NaCl$ | 0,7064 | $Na_2SO_4$ | 0,0222 |
| $Na_2CO_3$ | 2,5405 | $NaCl$ | 0,0332 |
| $CaCO_3$ | 0,6754 | $Na_2CO_3$ | 1,8954 |
| $MgCO_3$ | 0,2266 | $CaCO_3$ | 0,2699 |
| $FeCO_3$ | 0,0199 | $MgCO_3$ | 0,0165 |
| $Al_2(PO_4)_2$ | 0,0027 | $Al_2O_3$ u. $Fe_2O_3$ | Spur |
| $SiO_2$ | 0,0360 | $SiO_2$ | 0,0470 |
| | 4,2080 | | 2,2907 |

(Die Menge der Substanz ist in Grammen ausgedrückt, die 1 L. Wasser enthält.)

1) Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. 1897. p. 213.
2) Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. 1897. p. 214.
3) Th. Wolf: Briefl. Mitth. an G. vom Rath. Z. d. g. G. 25. 1873. p. 104.
4) G. vom Rath: Sitz.-Ber. niederrhein. Gesell. Verhdlgen d. naturhist. Vereins f. Rheinland u. Westfalen 1873. XXX. p. 119. Briefl. Mitth. v. Th. Wolf. cf. auch Z. d. g. G. 1873. 25. p. 1.
5) L. Dressel: Estudio sobre algunas acquas minerales del Ecuador. Quito 1876.

Diese salzhaltigen Quellen entspringen auf dem Grundgebirge des Chimborazo in einer Höhe von 3500 m.[1])

Ueber den Namen des Berges schreibt Stübel,[2]) „dass sein Name von so neuem Ursprung sei, dass man ihn mit Hülfe der Quichua-Sprache deuten könne. Zuerst erwähnt wird er von Cieza de Leon in seiner „Crónica del Perú", cap. 43, aber unter dem Namen „Urcolazo" (= Urcu-razu) = Schneeberg. Nach Wolf[3]) stammt der jetzige Name davon her, dass unter chimbo die in alter Zeit Chimbu genannte Provinz Bolívar zu verstehen ist, so dass das Wort „Chimborazo" so viel besagen will, als der „Schnee von Chimbo".

Versuche, den Berg zu besteigen, wurden mehrere gemacht. La Condamine und Bongner gelangten bis 14 400 Fuss, also nicht bis zur Schneegrenze.[4]) Alexander von Humboldt, Bonpland und Carlos Montúfar versuchten den Austieg von Calpi aus am 23. Juni 1803; sie kamen bis zu 18 096 Fuss.[4]) Boussingault und der englische Oberst Hall machten am 16. Dezember 1831 den Versuch, sie gelangten aber auch nur 360 Fuss höher als die Humboldt'sche Expedition.[5]) Einen erneuten, aber ebenfalls vergeblichen Aufstieg machten Jules Remy und Brenchley am 3. November 1856. Sie sollen den Berg bis auf wenige Fuss vom Gipfel entfernt erstiegen haben,[6]) doch ist nach Whymper[7]) dies entschieden ihren thermometrischen Messungen nach falsch, sie seien höchstens bis zu einer Höhe zwischen 15- und 20 000 Fuss gekommen. Die erste erfolgreiche Besteigung unternahm E. Whymper am 4. Januar 1880, eine zweite, gleichfalls mit Erfolg gekrönte am 3. Juli desselben Jahres.[8])

Auf ihrer Westseite stehen Carihuairazo und Chimborazo in weiterer Verbindung mit dem Igualata (4452 m), sein Westfuss berührt im Pass von Sanancajas (3607 m) die Abhänge jener Berge. In nordöstlicher Richtung hängt er zusammen mit dem Cerro Mulmul (3836 m) und weiterhin mit dem Cerro Llimpi (3850 m). Durch diesen zusammenhängenden Bergzug ist zwischen dem interandinen Becken von Latacunga und Ambato einerseits und dem von Riobamba andrerseits ein breites und hohes Gebirgs-

---

[1]) Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. 1897. p. 215.

[2]) Stübel: ibid. p. 205.

[3]) T. Wolf: Geografía y Geología del Ecuador. Leipzig 1892. p. 62.

[4]) Wagner: Naturwiss. Reisen etc. Stuttgart 1870. p. 462. Vgl. auch: Schuhmachers Astronom. Jahrb. f. 1837, p. 176—206, u. A. v. Humboldt: Kleinere Schriften I. p. 133.

[5]) Viajes cientificos à los Andes Ecuatoriales etc. por M. Boussingault y Roulin. Traducido por J. Acosta. Paris 1849. p. 206.

[6]) Account of the journey of Messrs. Remy and Brenchley in Hooker's Journal of Botany and Kew Gardens Miscellany. XI. 1857. p. 143—148.

[7]) E. Whymper: Note on an alleged ascent of Chimborazo in 1856. Alpine Journal X. 1882. p. 226.

[8]) E. Whymper: A journey among the great Andes of the Equator. Proceed. of the royal geogr. Soc. 1881. III. p. 449 u. Alpine Journal 1882. X. p. 425.

massiv gebildet, welches man als interandines Querjoch bezeichnen kann, wenn es auch von der Ostcordillere durch das enge Thal des Rio Chambo getrennt ist.[1])

Der Igualata erhebt sich bis zu etwa 1400 m über seine Umgebung; sein Bau ist ziemlich symmetrisch. Seine Abdachung ist im oberen Theil weit weniger geneigt als in ihrem unteren; er stellt sich demnach als ein kegelförmiger Bau dar, der von einem flach gewölbten kreisförmigen Gipfelplateau gekrönt wird. Die Gliederung der Abhänge des Igualata ist eine ziemlich gleichmässige: während aber der Südabhang sich aus lauter wulstartigen Rücken zusammensetzt, kommt auf der Nordseite des Berges die Bildung von Thälern und Rücken weit bestimmter zum Ausdruck. Auf seiner Ostseite bildet er die linke Thalwand des Rio Chambo, hier bietet er bis zu einer Höhe von mehreren hundert Metern gehende Aufschlüsse.[2]) Durch einen langen, breiten Ausläufer, das Plateau von Savañag, ist er in nordöstlicher Richtung mit dem Cerro Mulmul (3836 m) verknüpft, dem weiter nordöstlich der Cerro Llimpi (3850 m) folgt. Wenn auch sein Gipfel nicht einmal die Höhengrenze der von Menschen in Ecuador bewohnten Region überschreitet, so ist er doch deshalb interessant, weil er das typischste Beispiel ist unter den Vulkanbergen Ecuadors für diejenige Form, welche aus der radialen Anordnung gleichartig gestalteter Bergrücken zu einem domförmigen Bau hervorgeht. Aus der Gegend von Ambato betrachtet, also von Nordwesten gesehen, setzt er sich aus fünf dachgiebelartigen Rücken zusammen, die radial angeordnet sind. Ueber seine ursprüngliche Form täuscht am meisten sein Fuss, denn der allmähliche Verlauf desselben in die Ebene wird nicht durch die natürliche Oberfläche des Eruptivmaterials vermittelt, sondern durch eine mächtige Tuffbedeckung bewirkt, die sich auch noch am Abhang des Berges hoch hinaufzieht. Anstehendes Gestein findet sich nur selten; die ganze Oberfläche des Berges ist mit einer starken Humusschicht bekleidet, bis zur Höhe von ca. 3400 m mit Feldern bedeckt und weiter hinauf mit Buschwerk dicht bewachsen.[3])

Direkt südlich des Chimborazo erhebt sich, nachdem der Arenal grande sich zum Pass des Chimborazo (4281 m) gesenkt hat, die Serranía de la Calera, die schon als der nördlichste Theil des Páramo de Puyal betrachtet werden darf. Sie vermittelt den Anstieg zum Pass, welcher überschritten werden muss, wenn man, von der Küste kommend, das Hochland von Ecuador erreichen will. Der Páramo de Puyal erstreckt sich als ein langgestreckter Gebirgszug südwärts; an ihn schliesst sich, durch den Pass von Navas-cruz (3868 m) der Páramo de Guamote. Beide bestehen

[1]) Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. 1897. p. 217.
[2]) Stübel: ibid. p. 217. 218.
[3]) Stübel: ibid. p. 220. 221.

im wesentlichen aus alten krystallinischen Gesteinen. Ihnen aufgelagert finden sich mehrfach die Ueberreste eines Nagelfluh-artigen Sediments, die den Rücken überragende inselartige Felsgebilde bilden, wie z. B. den allseitig steil abfallenden Yana-rumi (= schwarzer Stein)[1] (4156 m). Der höchste Punkt ist hier der Puyal (4308 m). Die ganzen Gipfel zwischen Guaranda und dem Arenal bestehen aus Conglomeraten cretacäischen Alters, besonders die Gipfel von Yacoto und Yana-urcu, um die Ensillada herum, ebenso die Cordilleren von Puyal und Pangor. Hier finden sich diese Conglomerate wechsellagernd mit dunklen und quarzitischen Schiefern in einer Höhe von 4000—4400 m. Ebenso ist es in dem noch südlicher gelegenen Thal von Pallatanga. Die Schichten sind meist aufgerichtet und fallen gegen Osten unter Winkeln von 15 bis 80° ein.[2]) Die im Flussbett entblössten Schiefer sind von 50—100' mächtigen diluvialen Grus und Conglomeraten bedeckt. Sie unterlagern die Conglomerate, die, wie in den nördl. Provinzen der Republik, goldführend sein sollen.[3]) Ostwärts verflachen sie sich allmählich bis zur Ebene von Riobamba hinab. In der Senke zwischen diesen Bergen und den interandinen Cerros de Yaruquíes liegt die Laguna de Colta (3288 m), nach Wolf[4]) einer der grössten Seen des Landes von 1 km Breite und 2 km Länge. Seine Umgebung ist aber eine der traurigsten und melancholischsten von ganz Ecuador durch ihre Dürre und Baumlosigkeit. Diesen eben genannten Ketten parallel, theilweise das rechte Chimbo-Ufer bildend, schliessen sich an die Cordillera von Angamarca die Gebirge von Leigna und die Cordillera de Chimbo an. Erstere scheinen, der Hauptsache nach, wenigstens in ihrem oberen Theil, vulkanischer Natur zu sein, denn an verschiedenen Gipfelpunkten sind bis in die Nähe von Salinas und Simiátug hin typische andesitische Gesteine gefunden worden.[5])

Letztere besteht durchweg aus alten krystallinischen Gesteinen und Sedimenten, die wohl dem Gault angehören.[6]) An der Puente de Chimbo, am Südende der Westcordillere, biegt der Rio Chimbo von seiner bisherigen Südrichtung rechtwinklig nach Westen um und tritt in das vorliegende, allmählich zur Ebene abfallende Vorland ein, welches die Provinz Guayas bildet. Von der Cordillera de Chimbo ab verflacht das Land nach und nach bis etwa in die Gegend von Yaguachi, wo es unmerklich in die eigentliche Küstenebene verfliesst. Dieser Höhenzug ist gleichfalls cretacäischen Alters, das Fallen der Schichten ist ein westliches. „Von hier ab bis zur Küste des Stillen

[1]) Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. 1897. p. 206.
[2]) Th. Wolf: Geografia y Geologia del Ecuador. 1892. p. 255.
[3]) J. Siemiradzki: Geolog. Reisenotizen aus Ecuador. N. J. Beilagebd. IV. 1886. p. 197.
[4]) Wolf: Geografia y Geologia del Ecuador. 1892. p. 63.
[5]) Stübel: Vulkanberge v. Ecuador. 1897. p. 214.
[6]) Th. Wolf: Geognost. Skizze der Provinz Guayaquil. N. J. 1874. p. 387.

Ozeans besteht die tischglatte Ebene aus Alluvionen von aschgranem, salzigem Rizophorenschlamm, welcher noch heutzutage in den unzähligen Deltas und Kanälen an der Mündung des Rio Guayas aus dem durch Rizophorenwurzeln angehaltenen Schwemmmaterial fortdauernd gebildet wird." [1]) Nach Wolf [2]) betheiligen sich am geologischen Aufbau der Provinz Guayas fünf Hauptformationen: 4 sedimentäre und 1 eruptive. Die älteste ist die Kreideformation; sie bildet die Hauptgebirgskette der Provinz, die Cordillera de Chongon y de Colonche, welche in nordwestlicher Richtung von Guayaquil aus bis zum Meere zieht. Auch die Hügel von Guayaquil und die zwischen dem Rio Daule und dem Rio Bodegas sind desselben Alters. Es sind vorwiegend Kalke, Quarzite, Kieselschiefer und glaukonitische Sandsteine, meist in dünnen Schichten vielfach wechsellagernd. Sie sind meist fossilfrei, hie und da finden sich Platten mit Inoceramus plicatus d'Orb. und J. Roemeri Karst., was sie also als zum Gault gehörig bestimmt. Diese der Kreideformation angehörenden Schichten werden nun vielfach von Eruptivgesteinen, den s. g. Grünsteinen, durchbrochen. Die Lagerung der Schichten ist an solchen Stellen stark gestört. Gewöhnlich erhebt sich der Grünstein in bald sanften, bald steileren Kuppen über das wellenförmige Kreideterrain. Hie und da bildet er auch isolirte selbständige Gebirgsstöcke, wie südlich Guayaquil bei Tanra und am Rio Daule bei Petrillo. Hier setzt auch in ihm ein mächtiger Gang von Rotheisenstein auf: neben grosskrystallinischen, blättrigen Massen finden sich auch schöne Krystalle von Eisenglanz.

Die Ebenen des Landes und das ganze Gebiet zwischen dem Ocean und der Cordillera de Chongon y de Colonche werden von jüngeren quaternären Formationen gebildet, aus fast horizontal liegenden Sandsteinen und lockeren Sanden bestehend, denen hie und da hellgraue oder röthliche Thonlagen oder kalkige tuffartige Materialien zwischengelagert sind. Die gefundenen frischen Meeresthier-Reste gehören durchweg noch jetzt lebenden Formen an. Bei Santa Elena selbst finden sich häufig Reste von Mastodon Andium Humb. Die fast im Meeresniveau liegenden Ebenen der Halbinsel sind sehr reich an Salz und Petroleum. Hie und da treten unter diesen Bildungen feste Sandsteine auf, mit bläulichen Thonlagen wechselnd und selbst mit dünnen Zwischenlagern von Braunkohle (Pechkohle). Sie sind wohl tertiären Alters.

Die jüngsten alluvialen Bildungen endlich bilden die grosse Ebene, welche vom Rio de Guayas, dem Rio Daule und dem ganzen verwickelten Fluss- und Canalnetz durchschnitten wird, und sind rein fluviatiler resp. fluvio-mariner Art. Ihre Entstehung setzt sich heute noch fort.

[1]) J. Siemiradzki: Geolog. Reisenotizen aus Ecuador. N. J. Beilagebd. IV. 1886. p. 196.
[2]) Th. Wolf: Geognost. Skizze der Provinz Guayaquil. N. Jahrb. 1871. p. 386.

# Mineralogisch-petrographische Untersuchungen.

Das den eben beschriebenen Gegenden angehörige Material entstammt, gleich wie das frühere, der der mineralogisch-petrographischen Sammlung des Museums für Naturkunde überwiesenen Collection des Herrn Geh. Rath Dr. W. Reiss, und wird ergänzt durch die Privatsammlungen des ebengenannten Herrn auf Schloss Könitz bei Saalfeld und des Herrn Dr. A. Stübel zu Dresden. Ausserdem unterlagen noch der Bearbeitung die von Alexander v. Humboldt und Boussingault gesammelten Stücke. Das gesammte Material umfasst etwa 2000 Nummern, von denen etwa 500 auch mikroskopisch untersucht wurden.

Es ist mir hier an dieser Stelle eine angenehme Pflicht, den Herren Dr. W. Reiss und Dr. A. Stübel herzlichst zu danken für die freundliche Bereitwilligkeit, mit denen diese Herren mir ihr Material wie ihre erfahrene Meinung stets zur Verfügung stellten. Nicht minder aufrichtig danke ich Herrn Geh. Bergrath Prof. Dr. C. Klein, dem ich die Anregung zu dieser Arbeit und manchen guten Rath bei ihrer Herstellung verdanke. Sie wurde im hiesigen mineralogisch-petrographischen Institut in den Jahren 1894—1897 ausgeführt. Gleichfalls Dank gebührt noch Herrn Dr. Theodor Wolf zu Planen bei Dresden, dem eifrigen geologischen Erforscher Ecuadors.

## A. Alte Gesteine.

Alte Gesteine treten, wie aus oben Gesagtem hervorgeht, ziemlich häufig auf, doch beschränkt sich ihr Vorkommen meist auf lose Funde als Geröllblöcke an Abstürzen

oder in den Strömen nnd Flüssen, nur selten finden sie sich anstehend, so dass ihr geologisches Auftreten nicht sicher erkannt werden kann. In der Litteratur unseres Gebietes finden sich mehrfach alte Eruptivgesteine beschrieben, speciell ist mehrfach von Syeniten, Diabasen, Porphyriten und Diabasporphyriten, resp. Melaphyren die Rede.[1]) Nach dem mir vorliegenden Material ist jedoch kein Syenit vorhanden, da reicher Quarzgehalt und viel Plagioklas die scheinbar hierher gehörigen Gesteine zur Klasse der Diorite verweisen.

## 1. *Diorit.*

Nur wenige der Vorkommen finden sich anstehend, meist sind es Gerölle. So liegen vor Diorite aus der Gegend von Riobamba: „Lose Blöcke aus der Quebrada Chuyucuchu am Cerro de Licto“ und „anstehend am Weg vom Cerro Tulabug nach der Ebene von Tunchi“; des weiteren aus der West-Cordillere des Rio Chimbo „anstehend im Thal des Rio San Antonio zwischen Guama-cruz und Cabezas-pata“; „Geröll im Rio Taricagua am Camino de San Antonio“, und aus dem Tiefland der Provinz Guayas vom „Gipfel des Cerro Cacharí bei Bodegas“ und „anstehend am Rio Daule, unterhalb der Hacienda Estacada“, und „von Cachicagua“. Alle diese erweisen sich nach ihrer mineralogischen Untersuchung als Quarzglimmerdiorite, die zum Theil ins Granitische übergehen; Quarzaugitdiorit liegt vor als „Geröll aus dem Rio de la Moya am Weg von Salinas nach Guaranda.“

### a. Quarzglimmerdiorit.

Makroskopisch erscheinen sämmtliche Quarzglimmerdiorite als meist frische hellfarbige Gesteine von hypidiomorph-körniger Struktur, an deren Aufbau sich Feldspath, Quarz und grüne Hornblende gleichmässig betheiligen. Hie und da erkennt man auch etwas Pyrit. Im verwitterten Zustand (Vorkommen zwischen Guama-cruz und Cabezas-pata) zeigt sich der Feldspath stark kaolinisirt und es tritt Brauneisenbildung, speciell um die grüne Hornblende herum ein.

U. d. M. betheiligen sich am Aufbau: Plagioklas, Orthoklas, Quarz, dunkler Glimmer, grüne Hornblende, Eisenerz, Apatit, Titanit; sekundäre Bildungen sind Kaolin

[1]) cf. A. v. Humboldt: Kosmos III. p. 462 — G. vom Rath: Beiträge z. Petrographie. I. Ueber einige Andengesteine. Z. d. g. G. 27. 1875. p. 339. — J. M. Žujović: Les roches des Cordillères. Paris 1884. p. 36. 50. Th. Wolf: Geografía y geología del Ecuador. p. 258—263. — Th. Wolf: Geognost. Mitth. aus Ecuador 2. Geognost. Skizze der Provinz Guayaquil. N. J. 1874. p. 388. — J. Siemiradzki: Geol. Reisenotizen aus Ecuador. N. J. B. Blg. Bd. IV. 195.

oder heller Glimmer, Chlorit, Serpentin, Epidot, Brauneisenerz und gelegentlich s. g. Leukoxen.

Der **Plagioklas** erscheint gewöhnlich in breiten Säulen oder Tafeln und zeigt meist deutlich die gewöhnlichen Formen. Albit-, hie und da auch Periklinlamellen, sind stets vorhanden, häufig auch zeigt sich die Zwillingsbildung nach dem Karlsbader Gesetz. Zonare Struktur weist auf wechselnde chemische Zusammensetzung hin. Einfache Individuen, parallel M (010) getroffen, zeigen Schiefen von 0—3°, was auf Oligoklas hinweist, andere Schnitte, ungefähr ⊥ c getroffen, zeigen die Spur der Axenebene mit — 23° gegen die Kante P/M $(0\,P\,(001) : \infty\,P\,\breve{\infty}\,(010))$ verlaufen, was nach Fouqué's Bestimmungen[1]) auf Labrador hinweist, ein wieder anderer Schnitt, nach Becke's Methode[2]) mit parallel orientirt liegendem Quarz verglichen, ergiebt $o > \gamma'$, $e > \alpha'$, was für eine Zusammensetzung von etwa $Ab_8An_1$ (Oligoklas) spricht. Wo Zonenstruktur vorhanden, liegen die Verhältnisse sehr wechselnd: bald zeigt sich in constanter Weise eine zunehmende Acidität vom Kern nach aussen hin, bald auch wechselt die Zusammensetzung der Art, dass nach aussen hin auf sauerere Schichten wieder basischere folgen. Jedoch ist kein basischerer Feldspath als Labrador und kein sauerer als Oligoklas beobachtet worden. Mitunter zeigt sich auch in einzelnen Schnitten, wie es Becke[3]) von Plagioklasen im Tonalit des Riesenferner in Südtyrol beschreibt, ein Calcium-reicherer, wie schwammig durchlöchert erscheinender Kern, dessen Poren erfüllt sind von anderer, aber saurerer, doch nicht stets homogener Feldspathsubstanz bei gleicher krystallographischer Orientirung. — Als Einschlüsse, oft zonar angeordnet, finden sich mikrolithische Bildungen der älteren Gesteinsgemengtheile, wie Apatit, Eisenerz, Titanit, Biotit und Hornblende, vielfach aber auch opake, wie erdig erscheinende Interpositionen und Einschlüsse von Gas und Flüssigkeiten. Im Grossen und Ganzen erscheinen die Plagioklase noch sehr frisch; beginnende Verwitterung fängt gewöhnlich central an und führt zur Bildung von Kaolin oder hellem Glimmer nebst Zuführung chloritischer Substanzen aus der Verwitterung der mit dem Plagioklas vergesellschafteten Bisilicate. Daneben tritt auch Epidotbildung auf in grünen, stark lichtbrechenden und lebhaft polarisirenden Körnern.

**Orthoklas** tritt fast stets gleichzeitig mit Plagioklas auf, ist aber lange nicht so häufig wie jener, so dass es nicht schwer zu entscheiden ist, ob das Gestein zum Diorit oder zum Granit gehört. Er ist fast stets allotriomorph und leicht kenntlich

[1]) M. Fouqué: Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques. Bull. Soc. franç de minéralogie. XVII. 1894. p. 283. 429.

[2]) F. Becke: Ueber die Bestimmbarkeit der Gesteinsgemengtheile auf Grund ihres Lichtbrechungsvermögens. Sitz.-Ber. Wiener Akad. I. Abth. 1893, Juliheft.

[3]) F. Becke: Petrograph. Studien am Tonalit des Riesenferner. T. M. P. M. 1893. XIII. 379 u. 433.

dadurch, dass er im gewöhnlichen Licht immer trübe erscheint. Vielfach umgiebt er randlich den Plagioklas oder bildet eine Art Zwischenklemmungsmasse zwischen den Plagioklasleisten. Hie und da auch beobachtet man eine Erscheinung, wie sie Rosenbusch[1]) beschreibt, nämlich „dass der Orthoklas bis nahe an den Rand vollkommen idiomorph ausgebildet ist und nur die äusserste Schale aus unregelmässigen Anwachslappen von etwas jüngerem Orthoklas im Gemenge mit Quarz besteht“. Zwillingsbildung nach dem Karlsbader Gesetz ist selten. Einschlüsse fehlen fast völlig; die Verwitterung führt zur Bildung von Kaolin oder hellem Glimmer. Mikroperthitische Verwachsung mit anderem Feldspath ist hie und da vorhanden. Granophyrische Verwachsungen von Feldspath und Quarz finden sich fast in jedem der vorliegenden Gesteine. Der Feldspath gehört wohl durchweg in diesem Falle zum Orthoklas. Mikroklin wurde trotz grösster Aufmerksamkeit nicht beobachtet.

Quarz ist stets sehr reichlich vertreten und bildet als jüngstes Ausscheidungsprodukt allotriomorphe Körner. Dieselben sind durchweg, wie ihre gleichzeitige Auslöschung beweist, einheitliche Individuen. Undulöse Auslöschung als Druckwirkung ist selten. Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse sind häufig, selten sind Interpositionen anderer Mineralien.

Der Glimmer tritt ziemlich häufig auf und übertrifft meist an Menge die vorkommende Hornblende. Im frischen Zustand ist er braunroth, seinen optischen Eigenschaften nach ergiebt er sich stets als Biotit. Regelmässige Umgrenzung der nach der Basis getroffenen Individuen wurde nicht beobachtet. Hie und da erscheint er auch in kleinen runden oder zerlappten Blättchen, die dann gern mit der Hornblende verwachsen sind. Querschnitte zeigen oft Biegungen und Stauchungen, vielfach auch eine Aufblätterung im Sinn der basischen Spaltbarkeit. Als Einschlüsse finden sich Apatit, Eisenerz und Zirkon. Um letztere zeigen sich vielfach pleochroitische Höfe. Häufig zeigt sich die Verwitterung und die Umwandlung zu Chlorit in allen Stadien. Mit der Ausbleichung der rothbraunen Farbe beginnend, führt sie zu völligen Pseudomorphosen von Chlorit. Basische Schnitte desselben zeigen ein fast einaxiges negatives Interferenzbild. Stellenweise nistet sich auch Brauneisen ein.

Die Hornblende ist meist die gemeine grüne. Querschnitte zeigen bei ausgeprägter prismatischer Spaltbarkeit deutliche idiomorphe Formen, sind begrenzt von $\infty P \breve{\infty}$ (010) und $\infty P$ (110). Längsschnitten fehlt fast immer terminale Begrenzung. Zwillingsbildung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) kommt vor. Die grüne Farbe des Minerals hat bisweilen die verschiedensten Nuancen. Neben dunkelgrüner findet sich auch hellgrüne

[1]) H. Rosenbusch: Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine. 3. Aufl. Stuttgart 1895. p. 34.

Hornblende. Die Absorption ist stets c > b > a. Der Pleochroismus ist gelegentlich in einem Schnitt auch örtlich stärker. Die Farben sind z. B. bei der Hornblende des Diorits „im Thal des Rio San Antonio zwischen Guama-cruz und Cabezas-pata“ für den ∥ c schwingenden (d. h. ∥ ab polarisirten) Strahl moosgrün, ∥ b (d. h. ∥ ac polarisirt) braungrün, ∥ a (d. h. ∥ bc polarisirt) bräunlichgrün. In dem Diorit, der „am Abweg vom Cerro Tulabug zur Ebene von Tunchi“ ansteht, ist die Hornblende bräunlich. Hier ist der Pleochroismus des ∥ c schwingenden, also ∥ ab polarisirten Strahl grünlichbraun, für den ∥ b schwingenden also ∥ ac polarisirten bräunlich und für den ∥ a schwingenden also ∥ bc polasirten bräunlich- bis gelbweiss. Mitunter findet sich auch ganz helle bis farblose Hornblende, die in Längsschnitten einen faserigen, s. g. schilfigen Habitus annimmt. So z. B. in dem Diorit, der „bei der Hacienda Estacada am Rio Daule“ ansteht. Als Einschlüsse kommen vor Apatit und Eisenerz, mit Hornblende verwachsen oft Biotit. Auch opake bis bräunlich-durchscheinende Interpositionen sind reichlich vorhanden. Sie sind derselben Art, wie sie Rosenbusch[1]) beschreibt, welcher sie auch als unbekannter Art angiebt. Die Umwandlung des Amphibols ist stets nur eine beginnende, die Sekundärprodukte liegen auf den den Krystall durchziehenden Spalten und Rissen. Sie sind meist chloritischer Art, hie und da lässt die höhere Doppelbrechung der grünen Neubildungen auf Serpentin schliessen. Fernere Bildungen sind kleine Epidotkörner.

Als Eisenerze finden sich Magnetit wie Ilmenit. Die Formen sind meist die unregelmässiger Körner, gelegentlich findet man auch Durchschnitte, die auf das reguläre System des Magnetits hinweisen. Audrerseits zeigen auch Körner deutliche Umrandung durch s. g. Leukoxen, sie selbst dürften also als Titaneisenerz anzusprechen sein.

Apatit, Titanit und Zirkon treten nicht zu häufig auf, sie zeigen stets die sie charakterisirenden Eigenschaften.

Ganz accessorisch erscheint in dem Gestein „vom Abweg vom Cerro Tulabug zur Ebene von Tunchi“ Turmalin. Er bildet, ähnlich wie in dem bekannten Granitvorkommen von Luxulion, fächerförmige strahlige Aggregate. Der negative Charakter der Doppelbrechung, seine orientirte Auslöschung in der Säulenzone und sein starker Pleochroismus bestimmen ihn. Die Absorption ist $o > e$, der Farbenwechsel liegt zwischen dunkelgraublau und hellgrau bis graurosa.

### b. Quarzaugitdiorit.

Quarzaugitdiorit findet sich als Geröll „im Rio de la Moya auf dem Weg zwischen Salinas und Guaranda“ und auf „Playas del Sicoto (2033 m) zwischen

[1]) H. Rosenbusch: Mikrosk. Physiographie der massigen Gesteine. 3. Aufl. Stuttgart 1895. p. 223.

Chillanes und Guaranda.* Er ist dunkler gefärbt als die oben beschriebenen Quarzglimmerdiorite, weil in dem granitisch-körnigen Gesteinsgemenge die dunklen Gemengtheile gegenüber dem frischen, aber vielfach bräunlichen Feldspath überwiegen.

U. d. M. erweist er sich als von grosser Frische. Seine Gemengtheile sind dieselben wie oben, nur tritt hier noch Augit hinzu.

Der Plagioklas erscheint dem Quarz gegenüber idiomorph, ist äusserst reich an Albitlamellen, oft in feinster Ausbildung. Periklinlamellen sind selten. Schnitte ungefähr parallel M getroffen, zeigen Zonenstruktur, doch sind die einzelnen Zonen chemisch wenig different. Der Kern erwies sich in einem Fall im ersteren Gestein bei einer Schiefe von — 10° als Andesin, während randlich sich ihm Oligoklas anlagerte, der eine Schiefe von — 2 bis — 4° zeigte.

Orthoklas ist spärlich verbreitet: er fällt sofort wiederum durch seine sehr vorgeschrittene Verwitterung zu Kaolin oder Muskovit auf. Granophyrische Verwachsungen mit Quarz sind in ausgezeichneter Schönheit und bis zu äusserst inniger Durchdringung vorhanden.

Rothbrauner Biotit, grünliche Hornblende finden sich in bekannter Weise vor; beide vereinigen sich gern mit dem vorkommenden Augit in einer Art mikropoikilitischer Verwachsung. Neben dieser stets frischen Hornblende, die übrigens oft krystallographische Umgrenzung zeigt, finden sich viele stark serpentinisirte Aggregate, mit Calcit untermengt, die wohl einer s. g. schilfigen Hornblende angehörten, wofür die geringe Auslöschungsschiefe spärlicher, noch frischer Stellen spricht. Jedenfalls ist es keine faserige Uralitbildung aus Augit. Der vorkommende Augit ist völlig frisch, idiomorph begrenzt durch $\infty P$ (110), $\infty P \bar{\infty}$ (100) und $\infty P \breve{\infty}$ (010) in der Prismenzone und völlig farblos, von Malakolithhabitus. Wie schon gesagt, erscheint er oft völlig durchdrungen von Hornblende- und Biotitindividuen. Auch Eisenerz enthält er vielfach als Einschlüsse.

Apatit erscheint in diesem Gestein sehr reichlich, bildet u. d. M. oft kurzgedrungene breite farblose Säulen der Form $\infty P . P$ (1010 . 1011), gelegentlich tritt auch noch 0 P (0001) hinzu.

Zirkon tritt nur ganz accessorisch auf.

Als Verwitterungsprodukte erscheinen Chlorit, oft in breiten Lappen nach 0 P (001) getroffen, die in convergentem polarisirten Licht ein negatives, fast einaxiges Interferenz-Kreuz zeigen. Wo er als Füllmasse der Zwickel zwischen den Plagioklasleisten auftritt, bildet er meist sphärolithische Aggregate.

Neben Chlorit treten besonders in dem zweiten der Gesteine Epidot und Calcit als Neubildungen auf; ersterer hat sich besonders im Plagioklas angesiedelt, letzterer scheint mehr mikroskopische Hohlräume des Gesteins zu erfüllen.

## 2. *Diabas.*

Von Diabasvorkommen liegen vier vor; drei davon sind Flussgerölle. Ihre Fundorte sind: „Rio Llangama bei Guaranda" (2609 m), „Rio Salinas unterhalb Guaranda, bei der Brücke", und „Rio Coco bei Pallatanga" (1525 m). Der vierte Diabas steht an „auf dem Wege von Cunuc-yacu nach der Hacienda Llangagua, unweit der Mündung des Rio-blanco in den von Cunuc-yacu."

Mit blossem Auge besehen, erscheinen die Rollstücke aus dem Rio Llangama und dem Rio Coco eher von granitisch-körnigem, denn divergentstrahligem Habitus. Man erkennt trüben, durch Zersetzung bläulichgrün gefärbten Feldspath neben schwarzgrünem, wohl augitischem Material. Das letztere Stück zeigt den Diabas in Contakt mit schwarzem Kieselschiefer. Er wird zur Berührungsfläche hin felsitartig und ist durch Eisenoxydhydrat braun gefärbt; Kalkspathadern parallel zur Contactfläche durchziehen ihn. In dem unmittelbar anstossenden Kieselschiefer stehen dagegen die vorhandenen Calcitadern senkrecht zu dieser Ebene. Das Stück aus dem Rio Salinas ist weit dunkler, und die krystallinen Bestandtheile sind kaum noch kenntlich, das letzte Vorkommen endlich ist direkt als ein schwarzes, dichtes Gestein zu bezeichnen.

U. d. M. zeigen aber alle vier Vorkommen mehr oder weniger typische Diabasstruktur, indem der Plagioklas in Leistenform auftritt, während der Augit mehr als Zwischenklemmungsmasse erscheint. Neigung zu sphärolithischer Anordnung einzelner Mineralbestandtheile (bes. des Augits) zeigt der Diabas vom Weg von Cunuc-yacu. Er erinnert in seinen Strukturverhältnissen sehr an den Culmdiabas aus der Gegend von Ebersdorf in Ostthüringen, bei dem Dathe[1]) sphärische Aggregatformen von Feldspath und Augit beschreibt. An dem Gesteinsaufbau betheiligen sich vorzugsweise Plagioklas und Augit, daneben treten auf Titaneisenerz, hie und da Apatit, und als sekundäre Bildungen Chlorit, Epidot, Calcit und Quarz.

Der vorkommende Plagioklas bietet nichts Neues, er ist durchweg leistenförmig, gestreckt in der Richtung der Axe $\breve{a}$, zeigt fast stets Albitlamellirung, welche Lamellen gelegentlich wieder nach dem Karlsbader Gesetz mit einander verbunden sind. Hie und da macht sich eine Art Zonarstruktur bemerkbar, doch sind die Auslöschungsverschieden-

[1]) E. Dathe: Diabas im Culm bei Ebersdorf in Ostthüringen. Jahrb. kgl. preuss. geol. Landesanst. für 1881. Berlin 1882. p. 309.

heiten nicht in scharf begrenzten Zonen, sondern verlaufen sehr unregelmässig, so dass eher der Eindruck einer undulösen Auslöschung hervorgerufen wird. Schnitte ⊥ c getroffen (Geröll im Rio Coco) zeigen eine Neigung der Spur der Axenebene gegen die Kante P/M von 33—36°, was den Plagioklas nach Fouqué's Tabelle als Labrador-Bytownit bestimmt. Neben den Spaltrissen nach 0 P (001) und ∞ P ∞̆ (010) sind auch solche nach einem Prisma vorhanden, andere quer verlaufende Risse sind wohl rein mechanischen Ursprungs. Als Einlagerungen finden sich selten Apatit, Augit und Eisenerz, häufig opake Körner, die wohl Devitrificationsprodukte von Glaseinschlüssen sind. Von ihnen aus und auf den zahlreichen Sprüngen und Rissen, die die Krystalldurchschnitte durchziehen, macht die Verwitterung ihren Anfang und setzt ihre Neuprodukte ab. Solche sind Chlorit, Calcit und Epidot, namentlich die beiden ersten sind allgemein verbreitet. Der Chlorit erscheint theils in unregelmässigen, lappigen, einheitlichen Formen, bald zeigt er faserige Bildungen, bald auch, besonders gern in den Zwickeln zwischen den Plagioklasleisten, sphärolithische Struktur. Diese kleinen Sphärolithe zeigen stets ein positives Interferenz-Kreuz, dessen Arme den Nicolhauptschnitten parallel liegen. Wo man in den lappigen Formen ein Interferenzcurvenbild erkennen kann, ist dessen Charakter meist negativ, hie und da aber auch positiv gewesen.

Kalkspath ist sehr verbreitet, er infiltrirt allerorts die Hohlräume des Gesteins und die Klüfte und Risse der Mineralien. Wo er grössere Partien bildet, zeigt er des Oefteren Zwillingslamellen nach — ½ R (01̄12), stellenweise auch ein Websky-Bertrand-sches Interferenz-Kreuz.

Der Epidot hat sich meist in einzelnen hellgrünen, pleochroitischen Körnern angesiedelt, gelegentlich bildet er auch stenglige Aggregate.

Der vorkommende Augit zeigt selten idiomorphe Begrenzung; in typischer Weise hat er sich zwischen den Feldspathleisten eingedrängt. Er ist im Dünnschliff gewöhnlich farblos, dickere Schichten lassen ihn grünlich erscheinen. Ausser der prismatischen Spaltbarkeit ist nur äusserst selten eine solche nach ∞ P ∞ (100) zu constatiren. Zwillingsbildung nach ∞ P ∞ (100) kommt vor. Durchweg ist er an Einschlüssen arm; als solche finden sich Apatit und Eisenerz. Er erscheint meist noch sehr frisch, gelegentlich tritt eine faserige Serpentinbildung auf, doch möchte ich diesen Augit, der solche Bildung zeigt, gegenüber dem oben beschriebenen als Salit ansprechen: es sind langprismatische Krystalle, die häufig eine Quergliederung zeigen. Sie sind völlig farblos und haben eine Auslöschungsschiefe von c. 37° auf Schnitten, die nach der Untersuchung im convergenten Licht parallel ∞ P ∞̀ (010) gehen. Derselbe Augit bildet auch die schon oben erwähnten sphärolithischen Aggregate; die einzelnen Individuen sind bald pinsel- oder garbenartig einer-, auch beiderseits ausgefranst, oft sind es richtige eis-

blumenartige Bildungen. Die Sphärolithe bestehen oft aus vielen radialen Strahlen, oft auch sind es richtige vierstrahlige Sterne, wie sie auch Dathe[1]) in dem Vorkommen von Frisau beschreibt. Taf. VI, Fig. 2 lässt diese Verhältnisse deutlich erkennen. Die Art und Weise der Ausbildung erinnert sehr an die Erscheinungsweise manches rhombischen wie monoklinen Augits in Meteoriten. In dem Gestein aus dem Rio Salinas tritt bei der Verwitterung des Augits eine Uralitbildung auf. Die neuentstandene Hornblende ist schwachgrün, faserig im Sinn der Vertikalaxe; die augitischen Durchschnitte erscheinen oft wie durchdrungen von ihr.

Eisenerz ist reichlich vorhanden, die unregelmässigen, wie zerhackt erscheinenden Formen, seine schwere Angreifbarkeit durch heisse Salzsäure, seine Umbildung zu s. g. Leukoxen beweisen seine Art als Titaneisenerz. Rutil, wohl auch erst aus der Zersetzung des Ilmenits entstanden, bildet kleine, hie und da auftretende Körner im Chlorit. Auf seine Anwesenheit wird man erst aufmerksam dadurch, dass man bemerkt, dass um ihn pleochroitische Höfe sich zeigen.

Accessorisch erscheint Pyrit: er ist makroskopisch vermöge seines hohen Glanzes und seiner speisgelben Farbe eher wahrnehmbar als wie mikroskopisch.

### 3. *Gabbro.*

Dieses nach dem mikroskopischen Befund als Gabbro zu bezeichnende Gestein stammt von dem Tambang-huaico zwischen Chillanes und dem Rio Sicoto aus der Westcordillere südlich des Chimborazos. Es hat Neigung, porphyrische Struktur anzunehmen. Makroskopisch erscheint es gabbro- bis diabasartig. Viele breite, glänzende, tafelförmige Plagioklase geben ihm den Typus des Gabbros, während andererseits ebenso häufige schmale Plagioklasleisten, untermengt mit spärlichen schwarzgrünen Augitkörnern, der ophitischen Struktur des Diabases entsprechen. Durch sekundäre Umbildungen (besonders Serpentinisirung) ist das Ganze dunkelgraugrün gefärbt.

Auch u. d. M. ist die Struktur halb eine diabasartige, halb die des Gabbros, doch kommt oft als Zwischenklemmungsmasse eine Art krystalliner Grundmasse vor. Der vorwiegendste Bestandtheil des Ganzen ist der Plagioklas, theils leisten-, theils tafelförmig, stets von grosser Frische. Die einzelnen Leisten greifen vielfach unregelmässig in einander ein, sich gegenseitig in ihrer Ausbildung behindernd. Hie und da, aber sehr selten, ist eine verschwommene einfache Zonenbildung zwischen Kern und Rand beobachtbar. Seinem chemischen Charakter nach ist der Feldspath ein sehr

[1]) Dathe: l. c. p. 315.

basischer: ein Schnitt ⊥ c bestimmt ihn bei einem Winkel der Axenlage von 30° gegen die Kante P/M als Labrador-Bytownit. Zwillingsbildung nach dem Albit- und Karlsbader Gesetz ist allgemein verbreitet, sehr selten dagegen ist die nach dem Periklingesetz. Einschlüsse sind nicht zu häufig, es sind meist devitrificirte Glaseinschlüsse, die die Formen des Wirthes wiedergeben, des Ferneren Eisenerz und auch Pyroxen. Stellenweise sieht man kleine wie bestäubt aussehende Stellen. Auf Sprüngen und Spaltrissen hat sich vielfach Serpentin angesiedelt, der von der Zersetzung des Diallags herstammt. Calcitbildung, wie auch Rosenbusch[1]) schon bei Beschreibung der Gabbros hervorhebt, fehlt vollkommen.

Der Diallag erscheint stets allotriomorph, er ist im durchfallenden Licht hellgrün bis farblos. Seine prismatische Spaltbarkeit ist deutlich wahrnehmbar, Querschnitte zeigen auch die Theilbarkeit nach $\infty P \bar{\infty}$ (100). Zwillingsbildung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) kommt vor. Seine Auslöschungsschiefe geht bis 36°. Reich ist er an fasrigen mikrolithischen Einlagerungen, meist parallel seiner Vertikalaxe eingelagert. Nach gebräuchlicher Annahme dürften sie Titaneisenglimmer sein. Er ist meist stark serpentinisirt. Der vorkommende Augit ist gleichfalls stets ohne eigene Krystallbegrenzung und von den gewöhnlichen Eigenschaften des Diabasaugits. Daneben findet sich eine vom Rand her beginnende Umwandlung zu Hornblende. Die Verticalaxen beider Mineralien liegen parallel. Die neugebildete Hornblende ist völlig farblos, fasrig und hat eine Auslöschungsschiefe bis zu 6°. Prismatische Spaltbarkeit charakterisirt sie.

Titaneisenerz ist reich verbreitet, auch Apatit kommt vor. Ersteres zeigt stets die bekannten zerhackten Formen.

Die lokal vorhandene Grundmasse ist stets krystallin, sie besteht vorwiegend aus Plagioklas in theils Leistenform, theils Körnern, die völlig bestäubt erscheinen. Nicht zu häufig betheiligt sich auch Quarz und Eisenerz an ihrem Aufbau. Gelegentlich, speciell in den Zwickeln zwischen den Feldspathleisten, zeigt die Grundmasse granophyrische Bildungen von Quarz oder radialstrahlige Anordnung des Feldspaths. Aehnliche Verhältnisse schildern, nach der Angabe Rosenbusch's in seiner mikrosk. Physiographie der massigen Gesteine, Stuttgart 1895/96, p. 1305, Miller und Brock[2]) bei Gabbroporphyriten, welche gangförmig das Laurentian in den Townships North Burgess und Bedford in Ontario durchsetzen. Gelegentlich erscheinen auch in der ausserdem von Serpentinsubstanz durchtränkten Grundmasse gelbbraune Körnchen von Rutil. Auch der Serpentin ist häufig von sphärolithischer Beschaffenheit.

---

[1]) H. Rosenbusch: Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine. Stuttgart 1895. p. 281.

[2]) W. G. Miller u. R. W. Brock: Some dykes cutting the Laurentian Series in the Counties of Frontenar, Leeds and Lanark, Ont. Canadian Report of Science. October 1895.

### 4. *Quarzporphyr.*

Ein typischer Quarzporphyr, nach näherer Untersuchung als Mikrogranit mit Neigung zum Uebergang zu Granophyr zu bezeichnen, steht „etwas oberhalb dem Panteon de la Chima, am Camino real de Guayaquil am Weg nach Guaranda (ca. 2650 m)“ an. In dichter dunkelgrauer Grundmasse mit Brauneiseninfiltration enthält er verwitterte trübe, weissliche Feldspäthe von $^1/_4$—$^1/_2$ cm Grösse, weit mehr aber bis 2 mm grosse durch Eisenoxydhydrat braun gefärbte, fettglänzende Quarze. Gelegentlich erreichen die Einsprenglinge eine Grösse von 7,5 mm. Sie lassen ausgezeichnete Dihexaëderform erkennen, herauspräparirte Krystalle zeigen dies in vorzüglicher Schärfe. Leider waren wegen der Trübung der Krystalle Versuche, solche im Klein'schen Drehapparat in Anisöl zu untersuchen zur Feststellung der Art der Circularpolarisation oder etwaiger Zwillingsbildung, resultatlos.

U. d. M. betheiligen sich an der Zusammensetzung des Gesteins Orthoklas, Plagioklas, Quarz, spärlich Eisenerz und Apatit.

Der **Orthoklas** ist stets idiomorph von den gewöhnlichen Flächen umgrenzt, zeigt Zwillingsbildung nach dem Karlsbader Gesetz. Seine Auslöschung im Schnitt parallel M (010) lässt den centrischen Austritt eines Curvensystems um die positive Mittellinie und eine Auslöschungsschiefe von 5° erkennen. Beginnende Verwitterung zu kaolinartigen Produkten macht sich bemerkbar.

Ebenso häufig, ebenfalls idiomorph, tritt auch **Plagioklas** auf, stets Albitlamellen führend. Ein Durchschnitt, fast $\perp$ a getroffen, ergiebt nach Fouqué's Tabelle bei der Lage der Axenebene gegen die Spur der Axe $\breve{a}$ mit 70° seinen Charakter als Andesin-Oligoklas. Auch diese Plagioklase zeigen beginnende Verwitterung zu Kaolin oder hellem Glimmer, hie und da haben sich auch einige Epidotkörner angesiedelt.

Der **Quarz** tritt in grossen Einsprenglingen auf mit den Formen der beiden Rhomboëder, zu denen sich selten $\infty$ R (10$\bar{1}$0) gesellt. Gewöhnlich sind die Krystalle stark verrundet oder corrodirt und von unregelmässigen Sprüngen vielfach durchzogen. Flüssigkeitseinschlüsse sind sehr häufig, oft reihenartig angeordnet, mitunter auch Libellen führend.

**Eisenerz**, nach vielen regulären Schnitten als **Magnetit** zu bezeichnen, und **Apatit** zeigen nichts Besonderes.

**Epidot** kommt, abgesehen von den einzelnen kleinen Körnern im Plagioklas, hie und da in grösseren Aggregaten vor. An manchen Stellen zeigt eine solche Bildung einen richtigen achtseitigen, in seinen Umrissen auf einen Pyroxenquerschnitt hindeutenden Umriss: ob hier also eine Umbildung aus Augit vorliegt?

Die Grundmasse ist als eine allotriomorph-körnige von Quarz und Feldspath zu bezeichnen, doch sind hier zwei Generationen von Quarz noch zu unterscheiden. Grössere Quarze in der Grundmasse sind nämlich stets idiomorph und zeigen Aureolenbildung, während die kleinen völlig allotriomorph zwischen dem Feldspath liegen. Dieser ist stets frei von Zwillingslamellen. Hie und da zeigt er sich leistenförmig: diese Leisten bilden dann gern kleine Sphärolithe, die zwischen gekreuzten Nicols ein den Nicolpolarisationsebenen paralleles negatives Kreuz zeigen. Als Neubildung treten hier schwachgrüne, fasrige, hie und da auch sphärolithisch struirte Aggregate auf, in ihrer Längsrichtung optisch positiv und mit 5° etwa auslöschend. Sie dürften wohl als sekundäre Hornblende zu deuten sein.

### 5. *Porphyrit.*

Zur Klasse der Porphyrite gehören mehrere Vorkommen. Da die einzelnen Stücke, mit Ausnahme zweier, nur als Schuttblöcke in den Schluchten (Quebradas) oder als Flussgerölle gesammelt sind, so ist es natürlich unmöglich, ihren geologischen Verband festzustellen, und auch nach dem mikroskopischen Befund erscheint es mir nicht angebracht, noch zwischen Gang- und Ergussgesteinen zu unterscheiden. Ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach kommen sowohl Dioritporphyrite wie Quarzdioritporphyrite vor, und zwar in grosser Mannigfaltigkeit. Interessant dabei ist, dass hier durchweg holokrystalline Grundmassenausbildung vorliegt und so Formen erscheinen, die bisher in der Litteratur nur wenig bekannt sind, da, abgesehen von den eigentlichen Diorit- resp. Quarzdioritporphyriten, bei den einzelnen Unterabtheilungen meist eine Basis als Grundmassenbestandtheil angegeben wird.

#### a. Quarzdioritporphyrite.

Als Quarzglimmerporphyrite sind zu bezeichnen zwei Geröllblöcke von Riobamba viejo (Cajabamba), aus der Westcordillere stammend, wohl von den Puyalbergen, und ein Geröll aus der Quebrada Culluctus, wenig oberhalb Sicalpa (ca. 3400 m) am Weg von Puyal nach Sicalpa. Ein Geröll aus dem Rio Llangama bei Guaranda (2609 m) ist zu den Quarzaugitporphyriten zu stellen. Eigentliche Quarzhornblendeporphyrite und Quarzporphyrite schlechthin sind das am Weg von Colombo nach Guamote anstehende Gestein sowie ein Block aus der Quebrada Panza am Aufstieg nach Yerba-buena, zwischen Pallatanga und Pangor.

Makroskopisch erscheinen die Gesteine sehr different.

Die Quarzglimmerporphyrite sind hellgraue, wenig gut porphyrisch ent-

wickelte Gesteine. Sie führen in einer sehr zurücktretenden hellgrauen Grundmasse trübe, weisse, bis $1^1/_2$ cm Länge erreichende Feldspathe, grangrüne, verwittert erscheinende schmalsäulenförmige, hie und da breiter werdende Hornblenden bis zu 1 cm lang und verrundete klare, gelegentlich rosa erscheinende Quarze von oft 1 cm Durchmesser. Die beiden Quarzporphyrite enthalten in grau-, resp. schwarzgrüner Grundmasse idiomorphe weisse Feldspäthe bis zu 2 mm Grösse und ebenso grosse verwitterte Hornblenden. Das letzte der Gesteine sieht bei oberflächlicher Betrachtung wie ein Gabbro aus. Man erkennt breite, tafelförmige, noch ziemlich frische Feldspäthe bis zu einer Grösse von 2—3 mm, des ferneren viele dunkelgrüne Säulchen, deren Natur, ob Hornblende oder Augit, makroskopisch nicht zu bestimmen ist. Die frischen Feldspäthe zeigen deutliche Zwillingsstreifung. U. d. M. sieht man eine deutliche Grundmasse mit Einsprenglingen; letztere bestehen im Wesentlichen aus triklinem Feldspath, Hornblende, Glimmer, Augit und Quarz. Die Grundmasse ist holokrystallin, sie besteht aus Quarz und Feldspath. Das Gestein hat also echt porphyritische Struktur und nichts Diabasisches, es muss deshalb als Quarzaugitdioritporphyrit bezeichnet werden. Mikroskopisch erscheinen die Gesteine deutlich porphyrisch. In einer stets holokrystallinen Grundmasse liegen als Einsprenglinge Plagioklas, Hornblende und Quarz, wozu sich noch Biotit und Augit gesellen können. Eisenerz und Apatit sind stets vorhanden.

Der Feldspath ist stets ein Plagioklas. Er zeigt vielfach als Einsprengling verrundete Conturen, sodass die Krystallform undeutlich wird. Als begrenzende Flächen erscheinen P, M, T, l und x oder y, gelegentlich auch beide. Oft lassen sich diese Formen viel besser erkennen als Begrenzung der einzelnen Zonen, als wie peripherisch. Zonarstruktur ist durchweg vorhanden, bald in ausgezeichneter Schärfe, bald ganz verschwommen. Ein schönes Beispiel dafür bietet Taf. VI, Fig. 3 aus dem Quarzglimmerporphyrit von Riobamba viejo (Cajabamba). Randlich hat sich oft noch, grusartig, Feldspathsubstanz angesetzt, besitzt aber schon gleiche krystallographische Orientirung mit dem Krystall, wie die gleichzeitige Auslöschung beider Theile beweist. Seinem chemischen Charakter nach ist der Plagioklas ein ziemlich saurerer, er erweist sich vom Oligoklas- bis Andesincharakter. In dem Quarzaugitdioritporphyrit spricht sogar eine symmetrische Auslöschungsschiefe bis zu 32° gegen die Albitzwillingsgrenze nach Michel-Lévy für Labrador. Becke's Methode der Vergleichung der Brechungsexponenten bei Parallelstellung von Quarz und Feldspath ergiebt $\omega < \gamma'$, $\varepsilon = \alpha'$, was einer Zusammensetzung von der Form $Ab_2\,An_1 \ldots Ab_3\,An_2$, also einem Andesin entspräche. In einem anderen Gestein (Quebrada Culluctus) ergiebt sich nach der gleichen Methode ein dem Andesin nahestehender Oligoklas von der Zusammensetzung $Ab_3\,An_1 \ldots Ab_2\,An_1$, denn

es ist $o = \gamma'$, $e > \alpha'$. Dafür spricht in demselben Gestein ein anderer Schnitt, ungefähr parallel M getroffen, derselbe zeigt, ⊥ c getroffen, die Schiefe der Lage der Axenebene zur Kante P/M mit 3°, was nach den Untersuchungen Fouqué's ebenfalls für Andesin-Oligoklas gilt. Der Wechsel der chemischen Zusammensetzung in den einzelnen Zonen ist kein allzu grosser, die Auslöschungen sind hier sehr naheliegende. Albitlamellirung ist stets vorhanden, seltener sind Periklinlamellen. Die Lamellen nach dem ersteren Gesetz sind des Oefteren wieder nach dem Karlsbader Gesetz zu neuen Zwillingen verbunden. Einschlüsse sind wenige vorhanden, meist Glaseinschlüsse, selten Hornblende und Augit, eher noch Apatit. Verwitterungserscheinungen machen sich bemerkbar, sowohl sieht man Kaolin- resp. Muskovitbildung, wie Calcitbildung und Ansiedlung von Epidot und Chlorit.

Der Quarz ist als Einsprengling sehr reichlich vorhanden. Seine ausgesprochene dihexaëdrische Form wird oft sehr stark durch tiefgehende Corrosionserscheinungen beeinflusst. Er ist reich an Einschlüssen mit fester Libelle und führt auch Interpositionen von Apatit und Hornblende; einmal wurde auch ein kleiner idiomorpher Zirkon in ihm beobachtet. Oft zeigt er gleichzeitig mit ihm auslöschende Aureolen, indem unregelmässig gelappte Fortsätze ihm anliegen.

Die Hornblende bildet schlanke, säulenförmige Krystalle und lässt in Querschnitten die gewöhnlichen Formen $\infty P \breve{\infty}$ (010) und $\infty P$ (110) erkennen. Gelegentlich erkennt man auch Zwillingsbildung nach $\infty P \infty$ (100). Ihre Farbe ist grünlich bis bräunlich, und dem entsprechend schwankt auch ihr Pleochroismus zwischen grünlichen und bräunlichen Tönen. Ein Schnitt, genau ∥ $\infty P \breve{\infty}$ (010) getroffen, zeigt symmetrische Auslöschung von $17\frac{1}{2}°$ zur Zwillingsgrenze. Randlich zeigt sie hie und da, wie in jungvulkanischen Gesteinen, eine opacitartige Bildung, indem sich Erzkörner, untermengt mit Augit, reichlich ausgeschieden haben. In dem einen der Quarzglimmerporphyrite von Riobamba viejo (Cajabamba) ist sie randlich stets von einem Kranz bunt durcheinander liegender Biotitblättchen umgeben, welche zwischen sich selbst oft noch wieder kleine Hornblendestückchen enthalten (Taf. VI, Fig. 4). Ich möchte diesen bräunlichgrünen Glimmer als eine Neubildung bezeichnen, denn bisweilen erkennt man in Längsschnitten der Hornblende, wie diese Glimmerblättchen auf den Spaltrissen des Amphibols tief in ihn eindringen, ja hie und da überhaupt sein Inneres ganz erfüllen. Eine gesetzmässige Verwachsung dieses, übrigens schon wieder in Chloritisirung befindlichen Glimmers mit der Hornblende ist selten, hie und da erkennt man allerdings, dass 0 P (001) des Glimmers parallel $\infty P$ (110) der Hornblende liegt, eine Erscheinung, die auch schon Schwerdt[1])

[1]) R. Schwerdt: Untersuchungen über Gesteine der chinesischen Provinzen Shantung und Liautung. Z. d. g. G. 1886. XXXVIII. p. 221.

aus einem Quarzglimmerporphyrit von Ai-shan-tang beschreibt. — Zonarstruktur durch abweichende Färbung ist gelegentlich auch beobachtet worden. Einschlüsse sind hie und da Apatit und Eisenerz, auch Glimmer. Umbildung zu Serpentin oder Chlorit mit Neubildung von Epidot und Calcit kommt vor.

Der vorkommende primäre Glimmer ist ein meist schon stark chloritisirter Biotit von bräunlicher Farbe. Nur noch spärliche Reste sind frisch und zeigen dann den gewöhnlichen Pleochroismus, fast alles andere ist zu Chlorit verwandelt. Um die zahlreichen, durch ihre pleochroitischen Höfe leicht in die Augen fallenden Zirkoneinschlüsse ist oft der neu gebildete Chlorit in ausgezeichneter Weise sphärolithisch struirt, die Radienrichtung erweist sich dabei als die Richtung der kleineren Elasticitätsaxe. Daneben erscheinen auf den Rissen, der basischen Absonderung entsprechend, vielfach opake erdige Bildungen, sowie zahlreiche hellgrüne Epidotkörner. Die in dem einen der Gesteine von Riobamba viejo (Cajabamba) schon kurz zuvor erwähnte Glimmerneubildung aus Hornblende lagert sich nicht nur in und um den Hornblendekrystallen an, sondern erfüllt die ganze Gesteinsgrundmasse und siedelt sich da besonders gern um das Eisenerz an, sodass dieses stets von einem Kranze solcher Biotitblättchen umgeben ist. Es ist eine ebensolche Neubildung, wie sie z. B. Riva aus einem Contaktgestein von Rino in Val Camonica beschreibt und abbildet[1]) (Taf. VI, Fig. 5).

Der vorkommende Augit ist diopsidartig, idiomorph in einzelnen Krystallen oder mehr verrundet da, wo er nesterartig vereint sich findet. Er ist hellgrün und hat starke Doppelbrechung. Zwillingsbildung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) kommt vor. Als Einschlüsse finden sich Eisenerz, auch Plagioklas und am häufigsten ovale Glaseinschlüsse. Er ist stets frisch.

Eisenerz, Zirkon und Apatit sind stets vorhanden, gelegentlich ist letzterer sogar ziemlich häufig. Er zeigt die Form kurzer, gedrungener Säulen mit vielen linearen, dunklen Einschlüssen, die im Sinn der Hauptaxe des Minerals angeordnet sind. Es scheint, als ob sie Pleochroismus zwischen hell und dunkel zeigten, der Art, dass, wenn das polarisirte Licht senkrecht zu ihrer Längsrichtung schwingt, sie dunkel erscheinen, während bei parallelen Schwingungen sie hell sind. Daneben finden sich auch ovale bis lappige Glaseinschlüsse mit fester Libelle.

Chlorit, Calcit und Epidot sind häufige Neubildungen. Bei letzterem Mineral erscheint die Doppelbrechung oft sehr niedrig, die Leisten zeigen zwischen gekreuzten Nicols etwa das Blaugrau I. Ordnung. Im convergenten Licht ergeben die Schnitte der

[1]) C. Riva: Sopra un disco di diorite quarzoso-micacea presso Rino in Val Camonica. Atti della Soc. It. di Sc. Natur. Vol XXXVI. Milano 1896. p. 13.

orthodiagonalen Zone, aber in normaler Weise die Lage der Axenebene senkrecht zur Längserstreckung.

Die Grundmasse der Quarzporphyrite ist durchweg krystallin; in den meisten Fällen ist es ein allotriomorphes Quarz-Feldspathgemenge, hie und da mit Eisenerz vermischt. Der Feldspath, meist trübe und ohne Zwillingslamellen, und wenn idiomorph einmal erscheinend, meist in rechteckigen Schnitten, dürfte wohl orthoklastisch sein. Gelegentlich erscheinen, da wo der Quarz als Grundmassenbestandtheil zurücktritt, leistenförmige plagioklastische Feldspäthe mit einfacher, aber auch polysynthetischer Albitlamellirung. Sekundärprodukte chloritischer und calcitischer Art erfüllen, da wo Verwitterungserscheinungen vorliegen, vielfach die Grundmasse.

**b. Dioritporphyrite.**

Typische Dioritporphyrite sind folgende Vorkommen: Block in der Quebrada oberhalb Panteon de la Chima am Camino real de Guayaquil; Block im Walde von Sicoto, Valle de la Chima und ein Geröll in der Quebrada Taricagua. Zwei andere Gesteine vom rechten Ufer des Rio Pangor zwischen Guangopulo (3603 m) und Pangor (3168 m) anstehend, und von der heissen Quelle bei Cunncyacu gehören gleichfalls hierher: sie führen fast allein Plagioklas neben wenigem zersetzten Glimmer als Einsprenglinge. Mit blossem Auge betrachtet sind die Gesteine deutlich porphyrisch, die Grösse der Einsprenglinge wechselt allerdings sehr. Während in dem Porphyrit am Rio Pangor wie in dem aus dem Wald von Sicoto in hellgrauer, dichter Grundmasse zahlreiche idiomorphe weisse, bis $^1/_2$ cm grosse Feldspäthe liegen (in letzterem Gesteine auch kleine 1—2 mm grosse schmale Hornblendesäulen), treten in den anderen Gesteinen in blaugrauer (Quebrada Taricagua), resp. graugrüner Grundmasse nur winzige weissliche Feldspäthe als Einsprenglinge auf. In erstgenanntem Vorkommen hat sich ausserdem noch Calcit angesiedelt, während in dem zweiten Serpentin- und Epidotbildung sich bemerkbar macht.

U. d. M. sind sie sämmtlich deutlich porphyrisch. Das vorwiegendste Mineral unter den Einsprenglingen ist ein trikliner Feldspath.

Der Plagioklas findet sich gewöhnlich in idiomorphen Krystallen, tafelförmig nach $\infty P \breve{\infty}$ (010) und gestreckt in der Richtung der $\breve{a}$-Axe. So sind daher die meisten Schnitte Leisten mit deutlicher Albitlamellirung, daneben finden sich auch tafelförmige Schnitte im Sinn von $\infty P \breve{\infty}$ (010). Mitunter auch allerdings sind die Umrisse der Durchschnitte stark verrundet. Zwillingsbildung nach dem Periklin- oder Karlsbader Gesetz tritt sehr zurück gegenüber der stets vorhandenen Albitzwillingsbildung. Manche

Schnitte zeigen sehr schöne Zonarstruktur. Ein solcher Schnitt, ungefähr ⊥ a getroffen, ergiebt die Schiefe der Lage der Axenebene gegen die Kante P/M zu 55°, was auf Anorthit hinweist, während die nächste Zone 60° (Labrador) und die Randzone 75° (Andesin-Oligoklas) dafür ergiebt. Ein anderer Schnitt ⊥ a aus demselben Gestein giebt zur Spur von M eine Schiefe von 88°, was auch den Feldspath als Oligoklas bestimmt. Ein anderer Durchschnitt ⊥ c ergiebt eine Schiefe von 23° (Labrador), in Uebereinstimmung mit einem zweiten Schnitt etwa parallel M, der eine Auslöschungsschiefe von 16° hat, was gleichfalls dem Labrador entspricht. Primäre Einschlüsse sind selten, Sekundärprodukte wie Calcit, Epidot und auch wohl heller Glimmer haben sich dagegen oft reichlich angesiedelt.

Die Hornblende ist schwach grün mit geringem Pleochroismus. Terminale Endflächen fehlen meist den Krystallen, in der Zone der Vertikalaxe sind stets die gewöhnlichen Flächen vorhanden. Zwillingsbildung nach $\infty P \infty$ (100) kommt vor. Mitunter auch erscheint die Hornblende faserig und zeigt dann besonders gern Neigung zur Serpentinbildung. Die Hornblende des Porphyrits aus der Quebrada Taricagua ist entschieden eine Umbildung uralitischer Art. Man erkennt stellenweise deutliche Augitquerschnitte von achtseitiger Form von Hornblende mit ihrer Spaltbarkeit. Die Längsschnitte dieser Uralite zeigen auch meist eine faserige Zusammensetzung. Randlich und im Innern dieser Hornblenden hat sich reichlich Eisenerz angesiedelt.

In den fast allein Plagioklas als Einsprengling besitzenden Gesteinen lassen manche grüne chloritische, mit Erz untermengte Reste, die orientirte Auslöschung und den charakteristischen Pleochroismus zeigen, vielleicht auf die ehemalige Gegenwart von Biotit schliessen. Sonst ist derselbe niemals beobachtet.

Apatit und Eisenerz sind vorhanden.

Das Geröll aus der Quebrada Taricagna führt accessorisch Turmalin. Es sind stark pleochroitische graugrüne Säulen, stellenweise sphärolithisch angeordnet. Die Säulen löschen orientirt aus und sind in ihrer Längsrichtung optisch negativ; die Absorption ist $o > e$, der Farbenwechsel schwankt zwischen graugrün und rosa.

Häufige Neubildungen sind Calcit, Chlorit, Serpentin und Epidot. Hie und da zeigt letzterer auch Zwillingsbildung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100).

Die Grundmasse ist stets krystallin entwickelt: sie besteht vorwiegend aus Plagioklas, untermengt mit etwas Eisenerz, führt auch Hornblende. Der Plagioklas ist theils leistenförmig mit Albitlamellen, theils quadratisch, theils körnig mit lappigen Fortsätzen, so dass die Gesammtheit der Körner ein dichtes, in einander verwebtes Gefüge zeigt. Die kleinen quadratischen Durchschnitte löschen gewöhnlich etwa in der Diagonalen-

richtung aus. Eine sonst vielfach vorkommende Auslöschungsschiefe der Lamellen von ca. 25° beweist jedenfalls ihre starke Basicität und ihre Zngehörigkeit zu Labrador bis Anorthit. Die vorkommenden Hornblenden sind feine, schwach grünliche Nadeln, fast farblos, mit einer Auslöschnngsschiefe bis zn 14°. Sie sind terminal vielfach zerfasert.

In den Gesteinen aus dem Walde von Sicoto und von Cnnncyacn betheiligt sich anch allotriomorpher Qnarz am Aufban der Grundmasse.

Die ans den Einsprenglingen entstandenen Sekundärprodukte, besonders Calcit, dnrchdringen auch die Grundmasse.

### 6. *Enstatitporphyrit.*

Drei Gerölle aus dem Rio Trasquilas bei Simiätng sind Enstatitporphyrite. Makroskopisch sind es schwarze, fast dichte Gesteine, in denen die zahlreichen bis 1 mm grossen, $^1/_4$ mm Breite höchstens erreichenden Feldspäthe nur durch ihren Glanz hervortreten. Diese erscheinen noch sehr frisch, lassen oft auch Albitlamellen erkennen. Zahlreiche gelbgrünliche winzige Leistchen, dem Enstatit wohl angehörig, hellen die Farbe des Gesteins etwas auf.

U. d. M. erkennt man einen deutlichen Gegensatz zwischen Einsprenglingen und Grundmasse. Erstere sind nnr klein, aber sehr zahlreich; sie bestehen vorwiegend aus Plagioklas nnd Enstatit, denen sich auch noch etwas monokliner Pyroxen zugesellt. Das mikroskopische Bild gleicht zwar sehr dem mancher Enstatitporphyrite aus dem Nahethal, z. B. von Herborn, wie sie Rosenbnsch[1]) beschreibt und wie ich sie ans eigener Anschaunng kenne, doch liegt hier sicher ein selbständigerer Typus vor. Die Struktur hat schon etwas einen diabasartigen Charakter (Feldspath in Leistenform); jedenfalls sind diese Gesteine nicht mehr mit den Porphyriten in Verbindung zn bringen. Sie stehen etwa zwischen den Naheporphyriten und den glasigen Bildungen vom River Alvin.

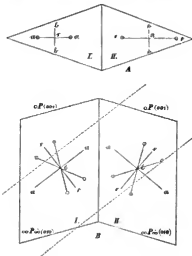
Der Plagioklas ist stets von grosser Frische, fast stets leistenförmig mit Albitlamellen. Selten ist eine geringe Zonenstruktur angedentet. Ein Schnitt ⊥ c getroffen, ergiebt einen Winkel von 26° zwischen der Spur der Kante P/M nnd der des Einschnittes der optischen Axenebene, was den Plagioklas als Labrador-Bytownit bestimmt. Einschlüsse sind selten, hauptsächlich finden sich Eisenerz und Glas als solche. Calcit hat sich vielfach angesiedelt auf Sprüngen nnd Rissen, stammt aber wohl von der Zersetzung des Bisilikats her.

Der Augit ist vorwiegend rhombisch, und seines geringen Pleochroismus wegen wohl eher dem Enstatit oder Bronzit zuzustellen, da der eisenreichere Hypersthen stets

[1]) H. Rosenbusch: Mikrosk. Physiographie der massigen Gesteine. Stuttgart 1896. II. 949, 950.

deutlichen Pleochroismus zeigt. Es sind stets idiomorphe schlanke Säulen. Die prismatische Spaltharkeit kommt deutlich zum Ansdruck. Eine Querabsonderung der prismatischen Krystalle ist allgemein verhreitet: Parallelverwachsung mit monoklinem Augit in der üblichen Weise wurde heohachtet. Glas und Eisenerz sind stetc, aber spärliche Einschlüsse in ihm. In den Querabsonderungsflächen und vom Rand her tritt stets eine hräunliche Serpentinbildung auf, die mitnuter bis zur vollen Verdrängung der Pyroxensubstanz führt. Auch Calcit entsteht dabei.

Der spärlich anftretende monokline Augit ist diopsidartig. Er zeigt auch die übliche Begrenzung in der Prismenzone durch $\infty P \bar{\infty}$ (100), $\infty P \grave{\infty}$ (010) und $\infty P$ (110), terminale Flächen fehlen. Zwillingshildung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) kommt vor. An einer Stelle liegt ein zunächst fremd erscheinender Schnitt durch einen Zwilling vor. Bei genanerer Prüfung ergiebt sich jedoch, dass das Gesetz: Zwillingsebene $\infty P \infty$ (100) auch hier zu Recht besteht. Taf. VI, Fig. 6 giebt ein Bild davon: Beide Individuen in ziemlich gleichmässiger dreieckiger Form legen sich zu einem rhombischen Schnitt zusammen so, dass die Zwillingsgrenze mit dessen kürzerer Diagonale zusammenfällt. Zwischen gekreuzten Nicols fällt dabei zunächst auf, dass der eine Theil (I) lebhafter polarisirt (Gelb I. Ordnung), während der andere (II) nur in niedrigen Farhen erscheint (Dunkelgrau I. Ordnung). Bei Prüfung im convergenten polarisirten Licht ergiebt sich nun, dass Theil I ein Schnitt ⊥ zur ersten positiven Mittellinie ist und Theil II ebenfalls annähernd ⊥ zur zweiten negativen Mittellinie steht. Die Spur der Axenebene liegt in beiden Hälften dabei gleichsinnig nnd senkrecht zur Zwillingsgrenze. Da nun die optische




Axenehene mit $\infty P \grave{\infty}$ (010) zusammenfällt, so ergieht sich also das gewöhnliche Zwillingsgesetz nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) als hier zu Recht bestehend. Die schematische Wiedergabe in der nebenstehenden Figur A erläutert die eben gemachten Angaben. In Figur B sind gleichfalls schematisch zur Bestimmung der Lage eines solchen Schnittes am Krystall die Verhältnisse in der Ebene des Klinopinakoids wiedergegeben. Man ersieht daraus

deutlich, dass wenn Theil I. $\perp c$ getroffen ist, Theil II. ziemlich $\perp a$ geschnitten wird. Diese Schnittlage entspricht in Theil I. der Fläche $- {}^{9}/_{10} P \bar{\infty}$ (9.0.10), in Theil II. der Fläche $+ {}^{27}/_{10} P \bar{\infty}$ ($\overline{27}$.0.10) bei Zugrundelegung der Angaben, wie sie Rosenbusch (Mikr. Physiogr. 1885 I) in seiner schematischen Figur auf Seite 439 für die optischen Constanten eines eisenarmen Diopsids macht. Es ist bei ihm das Axenverhältniss $a : b : c =$ 1,0903 : 1 : 0,5893, $\beta = 74^\circ 11'$, und der Winkel $c : \mathfrak{c} = 38^\circ 44'$. Die genauen Werthe für $m\,c$ sind im ersten Fall 0,92399, im zweiten 2,72358. Ausser Eisenerz und Glas findet sich auch noch Apatit als Einschluss. Ein kleiner herauspräparirter Krystall, parallel $\infty P \infty$ (100) geschliffen, zeigt den den monoklinen Charakter beweisenden excentrischen Axenaustritt bei Lage der Axenebene $\parallel \infty P \grave{\infty}$ (010).

**Eisenerz** und **Apatit** kommen vor. Ersteres dürfte theilweise wohl als **Titaneisenerz** anzusprechen sein, wenigstens lassen leukoxenartige Bildungen an ihm und um ihn dieses vermuthen.

Die **Grundmasse** zeigt einen andesitischen Habitus und ist als pilotaxitisch zu bezeichnen; sie besteht vorwiegend aus Plagioklas in Leistenform, gelegentlich auch allotriomorph, untermengt mit Pyroxen und Eisenerz. Die kleinen Feldspathleisten zeigen geringe Auslöschungsschiefe zur Zwillingsgrenze. Kleine rechteckige nach $\infty P \breve{\infty}$ (010) getroffene Individuen zeigen eine Schiefe bis zu 10°, was sie etwa zum Andesin stellen würde. Die kleinen, scharf idiomorph ausgebildeten Pyroxensäulen sind gewöhnlich serpentinisirt, niemals wurde in noch frischen Schnitten schiefe Auslöschung beobachtet, es dürfte wohl also in der Grundmasse nur rhombischer Pyroxen vorhanden sein. Stellenweise erscheint auch noch zwischen diesen krystallinen Bestandtheilen eine etwa felsitisch zu benennende Zwischenklemmungssubstanz, deren wirkliche Natur nicht zu bestimmen ist.

### 7. *Diabasporphyrit.*

Als eigentlicher Diabasporphyrit ist ein dichtes schwarzgrünes Gestein zu bezeichnen aus der Quebrada zwischen der **Hacienda del Hato** und **Chillánes** (2360 m). Als Einsprenglinge erkennt man zahlreiche weisse bis grünliche Plagioklase von Leisten- oder Tafelform, die eine Grösse bis zu 2 mm erreichen. Ein zweites graugrünes, völlig dichtes Gestein, das zwischen **Gnamote** und **Columbe** ansteht, passt in die Abtheilung der Spilite, es ist reich an Calcit.

U. d. M. zeigt das erstere Vorkommen eine deutliche porphyrische Struktur, jedoch kommt Plagioklas allein nur als Einsprengling vor; in dem Spilit fehlt überhaupt jede Art von Mineralbildungen der intratellurischen Periode.

Der Plagioklas bildet nach M tafelförmige oder in der Richtnng der $\overset{\vee}{\mathfrak{a}}$-Axe gestreckte Individnen von idiomorpher Ausbildung. Er gehört der Labradorreihe an: ein Schnitt ⊥ c zeigt einen Winkel der Axenebenenlage von 20° gegen die Kante P/M; in einem Schnitt ⊥ a bildet die Axenebene eine Schiefe von 60° mit derselben Kante. Albitlamellen und solche nach dem Karlsbader Gesetz sind stets vorhanden, einmal wurde anch ein Bavenoër Zwilling beobachtet. Andere Gesetze liegen auch noch vor, wie manche Dnrchkreuzungen der Leisten vermnthen lassen. Mehrfach beträgt der Winkel, unter dem die Individuen sich durchdringen, 55°. Ausser den gewöhlichen Spaltbarkeiten nach P und M tritt grade bei diesen Plagioklasen noch eine häufige nnregelmässige Zerklüftung anf, hie und da auch prismatische Absonderung. Zonarbildnng ist selten. Ansser Glas- und Schlackeneinschlüssen sind spärliche Einlagerungen von Pyroxen beobachtet worden. Ab und zn macht sich auch in der Verrundnng der Umrisse eine chemische Deformation bemerkbar.

Apatit und Eisenerz, vorzugsweise wohl Titaneiscnerz, sind stete Begleiter, Kies kommt anch vor.

In dem Spilit finden sich auch vereinzelte, völlig verrundete einheitlich auslöschende Quarze, zum Theil mit amoebenartigen lappigen Fortsätzen. Ich möchte diese nicht als sekundäre Bildnngen ansprechen, sondern halte sie eher für bei der Eruption mit emporgebrachte Einschlüsse. Dafür spricht anch der diese Körner stets umgebende Angitkranz, der allerdings sich in nichts von dem Grundmassenpyroxen unterscheidet, auch gleichwie dieser völlig chloritisirt ist. Eine glasige Zone fehlt allerdings. Sie fehlt aber auch z. B. bei den Qnarzeinschlüssen im Kersantit von Pégotard (Puy de Dôme), welche Lacroix beschreibt.[1]) Ziemlich an gleicher Stelle[2]) erwähnt derselbe auch, dass dieser Angitkranz hie und da anch schon seknndär verändert sein kann, z. B. uralitisirt ist.

Die Grnndmasse ist stets krystallin, sie besteht vorzugsweise aus Plagioklas. Während sich aber in dem Spilit pilotaxitartig die kleinen Feldspathleistchen, nntermengt mit reichlichem Calcit, anordnen, betheiligen sich in dem Diabasporphyrit reichlich Angit und Eisenerz an dem Aufbau der Grundmasse.

Die kleinen Feldspathleisten sind fast durchgängig Zwillinge nach dem Albitgesetz, oft auch in polysynthetischer Weise. Sie zeigen mitnnter sich gabelnde oder pinselartig sich ausfransende Wachsthumserscheinnngen. Anch skelettartige Formen kommen vor. Der Pyroxen der Grundmasse ist vorwiegend säulenförmig. Auch er

[1]) A. Lacroix: Les enclaves des roches volcaniques. Maçon 1893. p. 160.
[2]) A. Lacroix: Les enclaves des roches volcaniques. Maçon 1893. p. 158.

zeigt oft wie der Feldspath gegabelte oder zerfaserte Formen. Er ist meist völlig chloritisirt, an seinen Rändern haben sich mit Vorliebe kleine Eisenerzkörnchen angesiedelt.

Die vorstehende Basis erscheint als Cäment oder Kitt, nicht als Zwischenklemmungsmasse oder Mesostasis.[1]) Wirkliches Glas ist nirgends beobachtet, die deutliche Agregatpolarisation weist auf eine kryptokrystalline, felsitartige Ausbildung der Basis hin.

Sekundärprodukte sind häufig, vor allem Chlorit und Calcit. Letzterer zeigt stellenweise das Websky-Bertrand'sche Interferenzkreuz.

Als Anhang möchte ich hier ein Vorkommen erwähnen aus der Quebrada Taricagua von hellgrauem, felsitischem Aussehen, wohl bedingt durch den grossen Reichthum an Plagioklas, mit winzigen aufblitzenden Feldspäthen und zahlreichen graugrünen Flecken. Das Gestein ist erzführend; das Erz, tombackgelber Magnetkies, hat sich besonders in diesen graugrünen Partien angesiedelt. Es macht den Eindruck eines Ganggesteins. U. d. M. erkennt man eine porphyrische Struktur: als Einsprenglinge sieht man nur kleine leistenförmige Plagioklase von Labradorcharakter; die Grundmasse ist kryptokrystallin bei schwacher Einwirkung auf das polarisirte Licht. Die makroskopisch graugrünen Flecken stellen sich u. d. M. dar als runde oder sonstwie unregelmässig geformte Nester von vorwiegend kleinen Plagioklasleisten und -rechtecken neben spärlichen Augiten und Anhäufung von Erz (Magnetkies), oft in hexagonalen, im auffallenden Licht schwarzen Tafeln. Die kleinen Feldspathleisten zeigen meist eine Schiefe von 30° und mehr gegen die Zwillingsgrenze der Albitlamellen.

### 8. *Melaphyre.*

Als olivinhaltige, zu den Melaphyren gehörige Gesteine erwiesen sich bei näherer Untersuchung folgende Vorkommen:

Geröll aus der Quebrada del Cardenal (2335 m) auf dem linken Ufer des Rio Pángor, wenig unterhalb Yerba-buena, am Weg nach Pallatanga; Block im Rio de Salinas unterhalb Guaranda, bei der Brücke, und anstehendes Gestein am Weg von Chillanes nach dem Rio Chimbo, von dem Sammler, Herrn Dr. Stübel, übrigens als „typisches Gestein der ganzen Gegend“ bezeichnet.

Das erste ist völlig serpentinisirt, es ist grangrün, und hie und da erkennt man noch einige als Einsprenglinge erscheinende, aber gleichfalls serpentinisirte Krystalle. Das zweite der Gesteine zeigt in dichter blauschwarzer Grundmasse kleine bis $1^1/_2$ mm

[1]) H. Rosenbusch: Mikr. Phys. d. mass. Gesteine. Stuttgart 1895/96. p. 1056.

grosse Feldspathleisten und ebenso kleine, rothbraune, glänzende Hyalosiderit-artige und auch wohl dem Olivin entsprechende Krystalle. — Das dritte Vorkommen schliesslich ist am reichsten an Mineralbildungen der intratellurischen Periode. In graugrüner, von Serpentin durchzogener Grundmasse liegen primäre Ausscheidungen winziger weissgrüner Feldspäthe und dunkler Augite. Ausserdem zeigt es auch spärliche Kiesführung.

U. d. M. erscheinen als Einsprenglinge Plagioklas (in dem Gestein aus der Quebrada del Cardenal allerdings ganz zurücktretend), Augit, Olivin und Eisenerz; die Struktur ist vorwiegend deutlich porphyrisch, nur in dem letztgenannten Vorkommen aus der Umgegend von Chillanes tritt sie stark zurück und wird mehr zu einer Zwischenklemmungsmasse zwischen den diabasisch struirten Einsprenglingen.

Der Plagioklas, meist leistenförmig, weicht in nichts von dem der Diabasporphyrite ab. Mitunter treten Durchkreuzungen der Feldspathleisten in Erscheinung, z. B. unter 79°, jedoch sind diese Winkel zu sehr wechselnd, um daraus bestimmte Zwillingsgesetze ableiten zu können. Mechanische Zerbrechungen, wohl durch die Eruption bedingt, wurden öfters beobachtet. Beginnende Verwitterung, bemerkbar durch Trübung und Bildung kaolinartiger Produkte, sowie Ansiedlung spärlichen Calcits kommt vor. Die grosse Auslöschungsschiefe von meist über 20—30° der Albitlamellen verweist den Plagioklas zu den basischen Feldspäthen.

Der Augit bildet bald idiomorphe Krystalle, bald unregelmässige Körner. In letzterer Ausbildungsweise häuft er sich gern lokal an. Zwillingsbildung nach $\infty P \infty$ (100) ist vorhanden. Er ist fast farblos durchsichtig, Glas- und Eisenerzeinschlüsse sind allgemein verbreitet. In dem Gestein aus der Quebrada del Cardenal ist er völlig zu Serpentin umgewandelt. Achteckige Querschnitte, leistenförmige Längsschnitte beweisen seine Praeexistenz. Die Anordnung des Serpentins ist eine faserige, die Fasern liegen in der Richtung der Vertikalaxe, ihre Längsrichtung ist Richtung kleinerer Elasticität.

Olivin ist reichlich vorhanden und stets idiomorph entwickelt. Längsschnitte zeigen meist terminale spitzwinklige Endigungen durch $2 P \breve{\infty}$ (021). Zwillingsbildung nach $\frac{1}{2} P \breve{\infty}$ (012), wie sie Rinne[1]) zuerst beschreibt, wurde einmal beobachtet. Stellenweise zeigt er starke Corrosion: Längsschnitte z. B. erscheinen beiderseits stark eingeschnürt. Die pinakoidale Spaltbarkeit sowie die nach 0 P (001) sind meist vorhanden. Bei der Serpentinisirung zerfällt er meist in unregelmässige netzartige Partien, von deren Maschen aus die Serpentinbildung in das Innere vordringt. Dem Beobachter stellt er sich durchweg fast völlig umgewandelt dar. Die grünen Fasern zeigen gelegentlich schwachen Pleochroismus in grünen Nuancen.

[1]) F. Rinne: Ueber Limburgite aus der Umgebung des Habichtswaldes. Sitz.-Ber. Berl. Akad. 1889. 46. 1011.

Eisenerz ist stets vorhanden, seiner zerhackten Formen wegen wohl als Titaneisenerz anzusprechen. Apatit ist selten. Die Grundmasse ist feldspathreich, von sehr mikrokrystalliner Ausbildung. Neben den Plagioklasleistchen sind ebenso häufig allotriomorphe Körner. Sie ist gewöhnlich stark erfüllt von Sekundärprodukten, die alle näheren Details verdecken. So findet sich vor allem Serpentin, auch etwas Quarz hie und da, stellenweise auch unzählige kleine Fasern mit niedriger Doppelbrechung. Ihr Farbenton ist meist das Blaugrau I. Ordnung. In ihrer Längsrichtung sind sie optisch positiv und zeigen eine Auslöschung bis zu 17°. Auch Zwillingsbildung, deren Grenze zur Faserrichtung parallel verläuft, kommt vor. Es dürfte wohl faserige Hornblende sein.

### 9. *Andalusithornfels.*

Im Anschluss an die eben beschriebenen alten Eruptivgesteine sei hier eine Contaktbildung geschildert, wie sie mehrfach auch bei anderen Vorkommen als Einwirkung alteruptiver Magmen auf das Nebengestein beschrieben wird. Das hier vorliegende Gestein fand sich als Geröll im Rio Tarieagua am Camino de San Antonio und bestimmt sich als Andalusithornfels. Es ist ein dichtes schwarzes Gestein von muschligem Bruch mit schwachem Seidenglanz. Es gleicht ziemlich übereinstimmend dem Quarzglimmerfels von Caldas de Monchique, den Hackmann aus der Sierra de Monchique beschreibt.[1]) U. d. M. besteht es vornehmlich aus einem feinkörnigen Aggregat von Quarz und Biotit, dem reichlich grössere rundliche bis leistenförmige Andalusite richtungslos eingelagert sind. Ausserdem finden sich noch wenige Feldspäthe, etwas Muskovit, Eisenerz, Rutil, Apatit und viel kohlige Substanz.

Der Quarz bildet vorwiegend klare runde bis ovale Körner, hie und da hat er aber auch eckige Umrisse. Er löscht stets einheitlich aus und ist sehr arm an Einschlüssen. Wo solche vorhanden, sind es Flüssigkeitseinschlüsse, hie und da mit Libelle. Bewegung derselben wurde nicht beobachtet.

Der Biotit findet sich reichlich in braunrothen Blättchen und Schüppchen und zeigt deutlichen Pleochroismus zwischen braunroth und farblos.

Feldspath ist selten, stets frei von Zwillingslamellen. Die Auslöschungsschiefe solcher Schnitte beträgt 4°, doch kommen auch gerade auslöschende Leisten vor. Meist sind sie trübe. Es dürfte wohl hier Orthoklas vorliegen.

Muskovit bildet, weit seltener aber wie Biotit vorkommend, farblose Blättchen.

Der Andalusit ist mit das häufigste Mineral. Er bildet meist runde Aggregate

[1]) K. v. Kraatz-Koschlau u. V. Hackmann: Der Elaeolithsyenit der Sierra de Monchique, seine Gang- u. Contactgesteine. T. M. P. M. 1896. XVI. p. 291.

von 3—4 Körnern, die dicht bei einander liegen. Hie und da auch erkennt man rhombische Querschnitte, bei denen die Lage der Axenebene in die Richtung der Brachydiagonale fällt. Sein Pleochroismus ist kaum wahrnehmbar, gewöhnlich liegt der Farbenwechsel zwischen grünlich und farblos. Dickere Schliffe, die ich zu dem Zweck anfertigte, zeigen jedoch den bekannten Wechsel zwischen rosa und grün. Bisweilen scheint es, als ob Zwillingsbildung vorläge. Es erklärt sich dieses aber bei genauerer Prüfung, wie schon Rosenbusch[1]) hervorhebt, durch Gleitung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100). Die Durchschnitte sind stets erfüllt von zahlreichen Interpositionen, besonders von Eisenerz und kohligen Substanzen. Um diese beobachtet man stellenweise deutliche pleochroitische Höfe. Auch Flüssigkeitseinschlüsse sind reich verbreitet.

Der **Rutil** ist ziemlich häufig, es bedarf aber scharfer Aufmerksamkeit, um ihn nachzuweisen. Die Form seines Auftretens ist etwa die der s. g. Thonschiefernädelchen. Bei starker Vergrösserung erkennt man, dass die kleinen Krystalle braun durchscheinend sind, ja vielleicht sogar bei Drehung des Objekttisches einen Farbenwechsel erkennen lassen. Auch knieförmige Zwillinge nach $P \infty$ (101) kommen vor. Das **Eisenerz** und die **kohlige Substanz** sind stets von unregelmässiger Form; **Apatit** bildet kurze, gedrungene Säulen.

## B. Junge Gesteine.

Junge Gesteine sind der Hauptbestandtheil des zur Bearbeitung vorliegenden Gebietes: sie bauen die hier liegenden grossen und bekannten Vulkanberge wie **Chimborazo**, **Carihuairazo**, **Igualata** etc. auf; deren Auswurfsmaterial bedeckt die Hänge der älteren Sedimentärschichten, erfüllt die tief erodirten Flussthäler und liefert das Material der ungeheuren Tuffmassen. Es lagen zur Bearbeitung etwa 1950 Handstücke vor, wovon nur die wirklichen eruptiven Gebilde genauer untersucht wurden, jedoch wurden zur Vervollständigung des geologischen Bildes dieser Gegenden keineswegs die in dieser Summe einbegriffenen Tuff-, Conglomerat- und Sedimentbildungen ausser Acht gelassen. Nach der abgeschlossenen Untersuchung ergiebt sich, dass mit wenigen Ausnahmen vorwiegend **andesitische Gesteine** unsere Berge aufbauen; nur einige jüngere, durch geologische nähere Angaben der Sammler bestätigte Ausbruchskegel haben basaltische Laven ergossen von der typischen Zusammensetzung der **Feldspathbasalte**.

---

[1]) H. Rosenbusch: Mikrosk. Physiographie d. petrograph. wichtigen Mineralien. Stuttgart 1892. p. 431.

In der zur Zeit vorliegendeu Literatur sind Vorkommeu aus diesem Gebiete schou des Oefteren erwähnt und discutirt worden, ja selbst eine Reihe chemischer quantitativer Analysen, von bewährter Hand ausgeführt, liegen vor.[1]) Zum grössten Theil beziehen sich solche Angaben, da vorwiegend der älteren Literatur entstammend, einfach auf Constatirung der Existenz dieser Gesteine an diesen Orten, weniger auf mineralogisch-petrographische Angaben, und sind daher in dieser Richtung uns wenig von Nutzen.

### *I. Andesit.*

Indem ich der typischen Eintheilung dieser Gesteinsklasse in Pyroxen-Andesite, Amphibol-Pyroxen-Andesite und Amphibol-(Biotit-)Andesite folge, möchte ich noch erläuternd hinzufügen, wie dieses auch schon Esch[2]) hervorbebt bei der Frage der Benennung dieser Unterabtheilungen, dass ich zu der zweiten Abtheilung auch solche Gesteine rechne, die nebeu Augit Hornblende, wenn auch in nur völlig opacitirter Form, führen, nicht mehr aber solche Gesteine, die nur noch Anhäufungen von Eisenerz und Augit, eventuell mit Plagioklas, zeigen, die wohl von Hornblende herstammen, ohne aber noch auf Amphibol zurückführbare Umrisse zu haben. Deshalb sind hier auch Gesteine ausgeschlossen und zur ersten Abtheilung gestellt, die sicher Pyroxen als Neubildung aus Hornblende erkennen lassen, wo letztere aber völlig verschwunden ist.

Nehmeu wir das Resultat der mikroskopischen Untersnchung vorweg, so ergiebt sich, dass vorzugsweise und in weit überwiegendem Maasse ursprüngliche Pyroxen-Andesite vorliegen. Der Natur der Sache nach folgen dann Amphibol-Pyroxen-Andesite und schliesslich Amphibol-(Biotit-)Andesite. Eine Trennung in Pyroxen- und Hypersthen-Andesite ist nicht durchgeführt, obwohl letztere entschiedeu vorhanden sind. Da aber in den weitaus häufigsten Fällen doch beide zusammen vorkommen, und ein Dünnschliff ja doch nur einen ganz kleinen Theil des Gesteins wiedergiebt, so ist dieses eben nicht geschehen. Dieser ebeu erwähnte Mangel macht sich auch sonst bemerkbar: bei zwei Dünnschliffeu desselben Gesteins zeigt z. B. der eine nur Pyroxen, der andere Pyroxeu und Amphibol, — wie diese also benennen? Es macht sich ebeu der Mangel der eigenen Beobachtung an Ort und Stelle geltend, das Fehlen fast jeden geologischen Details, wie es ja aber bei der Schwierigkeit der Reiseverhältnisse in fremdeu, culturell wenig entwickelten Ländern und bei dem Zeitmangel am Ort ent-

[1]) Eine Zusammenstellung dieser Analysen werde ich zum Schluss geben.

[2]) E. Esch: Die Gesteine der ecuator. Ostcordillere: Die Berge des Ibarrabeckens u. der Cayambe in Reiss und Stübel: Das Hochgebirge der Republik Ecuador II. p. 38—41, auch Inaug.-Diss. Berlin 1896. p. 38—41.

schuldbar ist. Hervorzuheben ist ausserdem noch, dass der grösste Theil der gesammelten Vorkommen nur Gerölle oder lose Blöcke sind, was zum Theil durch die Glacialverhältnisse dieser Vulkangebirge, sowie durch die Schwierigkeit ihrer Besteigung sich erklärt.

Im Grossen und Ganzen herrscht bei den Andesiten die porphyrische Struktur vor, jedoch kommen einerseits auch Annäherungen an trachytartige Gesteine, wie andererseits an basaltische vor. Namentlich die s. g. Ganglaven zeigen dichte Struktur, fast ohne Einsprenglinge. Des Ferneren finden sich auch vitrophyrische Bildungen in Form von pechsteinartigen Gesteinen (Bomben), Bimssteinen und glasigen Schlacken. Die Farbe des Gesteins ist eine sehr wechselnde, es sind alle Nuancen von grau bis schwarz vorhanden, doch fehlen auch nicht grünliche und rothe bis braune Färbungen, hervorgerufen durch secundäre Neubildungen chlorit- oder serpentinartiger Mineralien oder Infiltration von Eisenoxydhydrat. Vereinzelt finden sich auch in den kleinen drusigen Hohlräumen mancher Laven durch Sublimationsprocesse gebildete Kryställchen von Tridymit und Hornblende. Weitere Neubildungen sind Hyalit und Gyps.

Gleiche Strukturvariationen wie makroskopisch enthüllen sich auch beim Studium der Dünnschliffe, jedoch kann hier fast in allen Fällen eine doppelte Periode der Mineralbildung erkannt werden. Als intratellurische Ausscheidungen erscheinen Plagioklas, Pyroxen, Hypersthen, Amphibol, selten Biotit, Eisenerz und Apatit, als effusive Bildungen Plagioklas, Pyroxen, sowohl rhombisch wie monoklin, und Eisenerz.

Was den Plagioklas anbetrifft, so erscheint dieser in Einsprenglingsform in den bekannten, schon oft geschilderten Ausbildungsweisen. Seine idiomorphe Formentwicklung zeigt häufig auch Spuren chemischer Einwirkung durch Abrundung der Ecken und unregelmässige Kanten, auch mechanische Wirkungen, wie sie durch den Eruptionsakt bedingt sind, kommen vor. Spaltbarkeit nach $0\,P\,(001)$ oder $\infty\,P\,\breve{\infty}\,(010)$ ist vorhanden, des Ferneren auch eine prismatische Absonderung. Zwillinge nach den verschiedensten Gesetzen kommen vor: Albitlamellen, oft wiederum nach dem Karlsbader Gesetz verbunden, sind allgemein, seltener sind Periklinlamellen oder Zwillingsbildungen nach dem Bavenoërgesetz. Ausserdem treten aber auch öfters Durchkreuzungen der Leisten ein, wobei die Richtungen der $\breve{a}$-Axen, wiedergespiegelt in der Spur der Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz, sich unter den verschiedensten Winkeln durchkreuzen. Bei der in solchen Fällen nicht zu bestimmenden, grade vorliegenden Schnittlage der Individuen war es zwecklos, daraus auf anderweitige oder gar neue Zwillingsgesetze zu schliessen. — Die chemische Natur des Plagioklas zu bestimmen, war eine der Hauptaufgaben bei der Untersuchung. Bei der häufig auftretenden Zonenbildung war von vornherein eine wechselnde chemische Zusammensetzung anzunehmen. Zur genaueren Bestimmung wurden vornehmlich nach Fouqué's Methode Schnitte $\perp c$

oder $\perp a$ gesucht, aber auch sich darbietende Schnitte ‖ M wurden nicht ausser Acht gelassen. Gelegentlich, wenn solche fehlten, wurde auch die Methode nach Michel-Lévy angewandt, Schnitte mit symmetrischer Auslöschungsschiefe gegen die Spur der Albitzwillingsgrenze zu bestimmen, um dann aus einer grösseren Anzahl solcher Messungen Schlüsse auf die Natur des Plagioklases zu ziehen. Es ergab sich so, dass sehr wechselnde Verhältnisse vorlagen, bald näherte sich der Plagioklas dem Bytownit, bald stieg er in seiner Acidität bis zu Oligoklas hin. Jedoch kann man sagen, in den weitaus häufigsten Fällen ist der Feldspath ein basischer, etwa dem Labrador zugehörig, vornehmlich da, wo ziemlich einheitliche Bildungen vorliegen, während dort, wo durch Zonenbildung schwankende Verhältnisse sich darthun, er auch saurer seiner Zusammensetzung nach werden kann. Ich beschränke mich hier auf diese allgemeinen Angaben und werde bei der speciellen Beschreibung der einzelnen andesitischen Vorkommen genauere Zahlenangaben machen. Mikroperthitische Verwachsung verschiedener Plagioklase in unregelmässigster Weise wurden hie und da auch festgestellt, jedoch war die Art der daran betheiligten Feldspäthe nicht zu ermitteln. Einschlüsse sind in sehr wechselnder Menge vorhanden, vorwiegend sind es solche von Glas, bald eiförmig, bald die Form des Wirthes wiederspiegelnd, bald auch in unregelmässig gelappten bis schlauchförmigen Formen. Die Farbe dieses Glases ist meist eine braune, selten ist es farblos; des Oefteren beweisen überhaupt nur diese Einschlüsse die frühere Existenz solchen Glases. Entglasungsvorgänge wurden auch öfters beobachtet. Als weitere Einlagerungen finden sich im Plagioklas, gemäss seiner Bildung als jüngstes Mineral, rhombischer und monokliner Augit, Apatit und Eisenerz. Gelegentlich haben sich in ihm auch sekundäre Bildungen angesiedelt, wie Brauneisen oder Serpentin. Eigentliche Verwitterungserscheinungen fehlen, hie und da weist das Vorhandensein spärlichen Calcits auf eine beginnende Verwitterung hin. Mehrfach sind die Feldspäthe opalisirt, bald vollständig, bald ausgezeichnet zonar. In vorzüglicher Weise zeigen dieses die Plagioklase zweier Pyroxen-Andesite aus dem Gletscherschuttmaterial des Chimborazos, aus dem Hondon de Llamacorral und vom Razu-surcuna de los Guarandeños. Namentlich im ersteren Gestein ist diese zonare Opalisirung so ausgezeichnet, dass ich es der Abbildung für werth halte (Taf. VII, Fig. 1), zumal diese verschieden starke Einwirkung anderer Agentien so beweisend ist für die chemische Differenz der einzelnen Feldspathzonen[1]) in Uebereinstimmung mit ihren optischen Eigenschaften. In einem Block im Rio Alajua, zwischen Quisapincha und Pasa in den Cusubambahergen, tritt

[1]) cf. R. Herz: Ueber die Zonarstruktur der Plagioklase. T. M. P. M. 1893. p. 346 u. R. Küch in W. Reiss u. A. Stübel: Reisen in Südamerika. Geolog. Studien in d. Republik Colombia. I. Petrographie. 1. Die vulkanischen Gesteine. Berlin 1892. p. 31.

dieselbe Erscheinung bei der totalen Silificirung des Gesteins auch makroskopisch auf das Schönste in Erscheinung.

Das nächst häufigste Mineral ist der Pyroxen: er ist sowohl als rhombischer wie als monokliner sehr verbreitet.

Was den rhombischen Pyroxen anbetrifft, so sei er schlechthin als Hypersthen bezeichnet. Er bildet vorwiegend schlanke Säulen, begrenzt von $\infty P$ (110), $\infty P \bar{\infty}$ (100) und $\infty P \breve{\infty}$ (010), terminale Flächen sind fast stets vorhanden, es sind Pyramiden oder Domen. In einem Schnitt ‖ $\infty P \bar{\infty}$ (100) ergab sich ein Winkel der Endflächen zu einander von ca. 121°, was nach Rosenbusch's Angaben (l. c. I. p. 450) mit dem Einschnitt der Flächen von $2 P \bar{2}$ (211) stimmt. Die augitische prismatische Spaltbarkeit, sowie eine Querabsonderung parallel 0 P (001) sind für ihn charakteristisch. Zwillingsbildung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) kommt vor, häufiger sind stern- bis knäuelförmige Durchdringungen einzelner Säulen. Der Winkel, den die Vertikalaxen der Einzelindividuen dabei mit einander bilden, ist ein sehr wechselnder. Am häufigsten wurden für brachydomatische Zwillingsbildungen (denn nach Prüfung im convergenten polarisirten Licht ergeben sich die einzelnen Krystalle als parallel $\infty P \breve{\infty}$ (010) getroffen) Winkel von 41—42° und 61° gemessen. Beide Winkel giebt auch Elich[1]) an. Sie stimmen ganz gut für die Zwillingsgesetze nach $\frac{2}{3} P \breve{\infty}$ (023) und $\frac{1}{3} P \breve{\infty}$ (013), welche Becke[2]) bestimmt hat. Nach ihm sind diese Winkel genau 42° 51′ resp. 60° 58′. Die Berührung der Individuen erfolgt senkrecht zur Zwillingsebene. Fig. 2 Taf. VII zeigt einen Zwilling nach dem zweiten der eben genannten Gesetze in einem Pyroxen-Andesit vom Tarugacorral-Gletscher, N. Chimborazo.

In einem anderen Schnitt eines Pyroxen-Andesits von Pailacochaloma, SW. Carihuairazo, durchkreuzen sich die Krystalle fast unter rechtem Winkel, ähnlich wie es Elich[3]) für monoklinen Pyroxen angiebt. Selten macht sich eine durch abweichende Färbung merkbare Zonenbildung kenntlich. In dem Hypersthen des Pyroxen-Andesits vom unteren Ende des Tarugacorral-Gletschers, Nordseite des Chimborazos, erscheint der Kern dunkelgrau, der Rand fast farblos; zwischen gekreuzten Nicols besitzt der schief zur *c*-Axe getroffene Krystall im Kern eine Auslöschungsschiefe von 33°, randlich von 38°. — Sein Pleochroismus ist stets deutlich erkennbar, er ist immer stärker als der des monoklinen Pyroxens. An Einschlüssen ist der Hypersthen nicht allzu reich: beobachtet wurden Eisenerz, Apatit, Glas, auch Plagioklas. Leichter

---

[1]) E. Elich: Die Gesteine der ecuatorian. Westcordillere vom Atacatzo bis Iliniza in Reiss und Stübel: Das Hochgebirge der Republik Ecuador I. 1893. p. 159; auch Inaug.-Diss. Berlin 1893. p. 19.

[2]) F. Becke: Ueber Zwillingsverwachsungen gesteinsbildender Pyroxene u. Amphibole. T. M. P. M. VII. 1876. p. 96.

[3]) l. c.

wie der monokline Augit zeigt er Umwandlungserscheinungen. Am häufigsten hat er eine rostbraune Kruste von Eisenhydroxyd, die auch färbend auf die noch frische Substanz wirkt, und die oft bis zur völligen Pseudomorphosenbildung führt; seltener ist wirkliche Serpentinbildung in faseriger Weise. Die Fasern wachsen im Sinn der Vertikalaxe und dringen besonders gern von den Quersprüngen aus in seine Substanz ein.

Der monokline Augit zeigt stets die in andesitischen Vorkommen wohlbekannten und vielfach beschriebenen Erscheinungsweisen. Wenn auch vorwiegend idiomorph entwickelt, findet er sich häufig auch in körnigen Aggregaten in den s. g. Angitaugen, untermengt mit Eisenerz, Plagioklas und stellenweise mit etwas Hypersthen. Wohl davon zu unterscheiden ist seine secundäre Anhäufung, entstanden durch Umwandlung der Hornblende, worauf ich bei dieser selbst zurückkommen werde. Hie und da zeigt er die s. g. Sanduhrstruktur. Zwillingsbildung nach $\infty P \infty$ (100) ist häufig, gelegentlich durchkreuzen sich dabei die Individuen. Auch schräge Durchkreuzung nach domatischen oder pyramidalen Flächen zeigten hie und da einzelne Krystalle. Verwachsung mit Hypersthen in der bekannten Weise kommt vielfach vor, dabei umwächst meist der monokline den rhombischen Augit. Doch wurde auch der umgekehrte Fall beobachtet. Andererseits, besonders in den Augitaugen, durchdringen sich beide mikropoikilitisch bei gleicher krystallographischer Orientirung der $c$-Axen der einzelnen Theile jeder Substanz. Meist wird er schwachgrünlich durchsichtig, selten ist er ähnlich wie in Basalten grauviolett gefärbt. Sein Pleochroismus ist schwach. Seine Auslöschungsschiefe auf $\infty P \grave{\infty}$ (010) liegt zwischen 40—50°. Selten zeigt er durch wechselnde Färbung kenntliche Zonenbildung; dabei ist die Anzahl der Zonen eine mehrfache. Auch die Umrisse der Zonen können dabei wechseln, so ist z. B. häufig der Kern von ovaler Form. Die Auslöschung in den einzelnen Zonen ist auch eine wechselnde. So zeigte z. B. ein Pyroxenschnitt nach $\infty P \grave{\infty}$ (010) am Rand bei bräunlicher Färbung eine Auslöschungsschiefe von $46\frac{1}{2}°$, während der fast farblose Kern eine solche von 51° hat. Als spärliche Einschlüsse führt der Augit dieselben Substanzen wie der Hypersthen, hinzugefügt werden mag der Eisenglanz in orangerothen, pleochroitischen Leisten. Er ist meist frisch und unzersetzt. In einem Fall nur zeigt er Opalisirung. Es ist in einem der Gesteine, in denen auch der Feldspath Opalisirung zeigte. Die Opalsubstanz dringt zackenförmig in den Pyroxen ein (Taf. VII, Fig. 4), zum Theil auch ist die Substanz nur randlich opalisirt, während der Kern noch deutlich pleochroitischer Augit ist.[1])

Die verhältnissmässig spärlich vorkommende Hornblende ist meist die braune, ganz vereinzelt ist es eine grüne. Eher noch findet sich solche, die in der Mitte

[1]) M. Kispatić: Ueber die Bildung der Halbopale im Augitandesit von Gleichenberg. T. M. P. M. IV. 1881. p. 122.

zwischen beiden steht und grünlichbraun erscheint. Ihre Krystalle sind stets idiomorph in üblicher Weise entwickelt. Terminale Endigungen durch 0 P (001) oder P ($\bar{1}$11) kommen vor. Querschnitte zeigen die bekannte prismatische Spaltbarkeit. Zwillingsbildung nach ∞ P ∞ (100) ist häufig. Verwachsnng zweier Krystalle (im Querschnitt getroffen) ‖ ∞ P (110) wurde in einem Amphibol-Pyroxen-Andesit von der Hacienda Chiquicagua am Nordfluss des Carihuairazo beobachtet. (Taf. VII, Fig. 3.) Der Pleochroismus ist der für die braune, resp. grüne Hornblende charakteristische. Zonare Färbung wurde ganz vereinzelt beobachtet, in einem Fall (Amphibol-Pyroxen-Andesit, Gletscherschutt, Thal von Salazaca, Carihuairazo) auch eine parkettartig wechselnde Färbung in grünlichen und bräunlichen Tönen. Als Einschlüsse finden sich die älteren mit ihr im Gesteinsgewebe vorkommenden Mineralien, sowie auch Glas. Resorptionserscheinungen sind häufig und führen oft bis zur völligen Verdrängung der Hornblende. Was die dabei an ihr auftretenden Zersetzungserscheinungen anbetrifft, so verweise ich auf die diesbezüglichen Schilderungen und Folgerungen in der Arbeit von Esch,[1]) mit denen ich voll und ganz übereinstimme. Auch hier führt dieser Zersetzungsprocess schliesslich bis zur völligen Neubildung einheitlichen Pyroxens aus Hornblende (Taf. VII, Fig. 4). Hier wie dort zeigen dann Amphibolquerschnitte den Pyroxen in sich derartig angesiedelt, dass dessen *c*-Axe mit der *b*-Axe der Hornblende zusammenfällt.

Glimmer ist selten; in einigen Gesteinen erscheint er nur makroskopisch ganz accessorisch. Daraus hergestellte dünne Spaltblättchen bestimmen ihn als Biotit von fast scheinbarer Einaxigkeit. Er bildet in solchen Fällen schwarze, stark glänzende hexagonale Täfelchen. Wo er mikroskopisch einmal vorkommt, wird er mit brauner Farbe durchsichtig und zeigt in Schnitten quer zur Spaltbarkeit starken Pleochroismus. Als Einschlüsse führt er Apatit und Eisenerz. Opacitartige Bildungen treten auch an ihm auf.

Apatit und Eisenerz sind stets vorhanden, letzteres ist wohl meist, seinen Umrissen entsprechend, Magnetit. Der Apatit zeigt bisweilen parallel der Vertikalaxe angeordnete stäbchenförmige Interpositionen.

Olivin tritt in den Angit-Andesiten accessorisch auf. Er zeigt dieselben Eigenschaften wie der Olivin der Basalte. Durch Corrosion ist er meist stark verrundet.

Gleichfalls accessorisch erscheint Eisenglanz, z. B. in einem der Pyroxen-Andesite aus dem Gletscherschutt des Hondon de Llamacorral an der Nordseite des

[1]) E. Esch: Die Gesteine der ecuatorian. Ostcordillere. Das Ibarrabecken u. der Cayambe in Reiss und Stübel: Das Hochgebirge der Republik Ecuador II. 1896. p. 27, auch: Inaug.-Diss. Berlin 1896. p. 27 etc.

Chimborazos. Er ist röthlich durchscheinend, im auffallenden Licht schwarz bis röthlich. Blättchen nach der Basis geben ein einaxiges Interferenzkurvenbild von negativem Charakter der Doppelbrechung, was mit der Bestimmung L. Michel's[1]) an künstlichen Eisenglanztäfelchen übereinstimmt. In gleicher Weise, wie Rinne[2]) es angiebt, zeigt sich der Pleochroismus: parallel *c* schwingend, also ‖ *a* polarisirt, hellorangeroth, parallel *a* schwingend, also ‖ *c* polarisirt, blutroth. Mithin ergiebt sich die Absorption des *o*-Strahls > als die des *e*-Strahls.

Tridymit kommt vielfach vor, er bildet im Gesteinsgewebe rundliche Partien, deren einzelne Theile, von äusserst niedriger Doppelbrechung, dachziegel- oder schuppenförmig an einander gelagert sind.

Quarz von meist unregelmässigen, hie und da auch dihexaëdrischen Umrissen, fand sich ganz vereinzelt in einem Amphibol-Andesit, der an der linken Thalseite zwischen Zobol und Sesgon, SS.-Ostseite des Chimborazos, ansteht. Dass derselbe hier aber ganz accessorisch und sogar nur lokal erscheint, beweist, dass ein zweiter Schliff von demselben Handstück gar keinen Quarz führt.

Brauneisen ist häufiges Sekundärprodukt, es verdeckt oft alle Details der Grundmasse.

Die Grundmasse der Andesite ist von sehr wechselnder Art. In den weitaus häufigsten Fällen ist sie eine Vereinigung von Plagioklas, Pyroxen und Eisenerz in zweiter Generation, eingebettet in einer kryptokrystallinen oder glasigen Masse. Sie ist demnach als pilotaxitisch, resp. hyalopilitisch[3]) zu bezeichnen. Seltener ist sie rein krystallin: dann gesellt sich gern auch noch Quarz hinzu. Rein glasige Bildungen sind seltener, in solchen Fällen haben wir die typische Bimssteinstruktur.

Der Feldspath der Grundmasse erscheint vorwiegend in kleinen, nach dem Albitgesetz polysynthetisch verzwillingten Leisten. Zonare Bildung ist nicht häufig, eher ist eine Differenz zwischen Kern und Rand angedeutet. In den meisten Fällen war zur Bestimmung der Art des Feldspathes nur die statistische Methode nach Michel-Lévy anwendbar, die symmetrische Auslöschungsschiefe zur Zwillingsgrenze zu bestimmen, um dann aus den beobachteten Maximalwerthen Schlüsse zu ziehen. So ergaben sich hier verhältnissmässig nur geringe Schwankungen: am häufigsten waren Maximalwerthe bis zu einigen 30°, was also dem Labrador entspricht, in anderen Schnitten fanden sich Maximalwerthe nur bis 15° resp. 22° gehend, was auf Oligoklas resp. Andesin hin-

[1]) L. Michel: Note sur les propriétés optiques du fer oligiste artificielle. Bull. Soc. min. de France VIII. 1890. p. 159.

[2]) F. Rinne: Ueber die opt. Eigenschaften des Eisenglimmers. N. J. 1890. I. p. 193.

[3]) cf. H. Rosenbusch: Mikr. Physiographie der massigen Gesteine. Stuttgart 1896. p. 885.

weist. Der Oligoklas fand sich zumeist in Gesteinen mit völlig krystalliner Grundmasse, in der dann auch Quarz nicht fehlte. Man sieht also, dass der Feldspath der Grundmasse seiner chemischen Zusammensetzung nach fast gar nicht von dem der Einsprenglinge abweicht.

Der Pyroxen der Grundmasse ist sicher zum Theil Hypersthen, wie die orientirte Auslöschung und die Erscheinung eines centrisch gelegenen Curvensystems um die negative Mittellinie bei Anwendung der Klein'schen Lupe beweisen. Er sowohl wie der monokline Augit bilden schön idiomorphe Kryställchen, selten verrundete Körner. Der Hypersthen der Grundmasse zeigt wie der der Einsprenglinge bisweilen eine völlige Umwandlung zu Brauneisen.

Das Eisenerz der Grundmasse ist seinen Formen nach Magnetit. Die kleinen Krystalle gruppiren sich besonders gern randlich um die Pyroxene herum.

Eine Basis ist meist erkennbar: entweder ist sie submikroskopisch, aber doch krystallin differenzirt, oder sie ist glasig, bald farblos, bald braun. Globulitische Körnelung ist dann häufig, oft ordnen sich alsdann die Globuliten zu zierlichen Bildungen, wie Margarite etc., an.

Fluidale Anordnung der krystallinen Gemengtheile der Grundmasse ist häufig, besonders der Feldspathleisten.

Als Hohlraumausfüllung mancher porösen Andesite findet sich Chalcedon in concentrisch-schaliger Anordnung. Die Substanz erscheint von sehr niedriger Doppelbrechung. Zwischen gekreuzten Nicols erkennt man ausserdem, dass die Schalen abwechselnd hell und dunkel erscheinen. Die Schalen sind fasrig struirt, die Faserrichtung liegt radial; in den einzelnen Schalen fällt abwechselnd diese Richtung mit der grösseren resp. kleineren Elasticitätsaxe zusammen.

Als durch Sublimationsprodukte gebildete Mineralien erscheinen, gleichfalls in Hohlräumen und Drusen der Gesteine, Tridymit und Hornblende.

Der Tridymit bildet hexagonale Täfelchen der Combination 0 P (0001). $\infty$ P (10$\bar{1}$0), häufig auch Zwillinge.

U. d. M. wechselt die Grösse des Winkels der sechsseitigen Täfelchen, er schwankt zwischen 118—121°. Sie führen stellenweise zahlreiche gelblichgrüne Einschlüsse von ganz unregelmässiger Form. Ein solches Blättchen zeigte sehr niedrige Polarisationstöne und im convergenten polarisirten Licht ein etwas excentrisch liegendes Curvensystem um eine positive Mittellinie bei sehr kleinem Axenwinkel. Ausserdem erkannte man unregelmässig umgrenzte Partien in Zwillingsstellung.

Wurde ein solches Blättchen in der Spiritusflamme vorsichtig erwärmt, so wurde die Erscheinung der Zwillingsbildung eine viel deutlichere, besonders wenn man das Blättchen zwischen gekreuzten Nicols bei eingeschobenen Gypsblättchen vom Roth I. Ordnung beobachtete. Noch intensiver wurde diese Zwillingsfeldtheilung nach Erhitzung des Blättchens im Bunsenbrenner. Dasselbe wurde nicht isotrop. Im Gasgebläse erhitzt, wurde das Blättchen trübe und behielt bei Abkühlung diesen Zustand bei.

Hornblende fand sich in den Drusenräumen eines Pyroxen-Andesits von der Gletscherhalde des Rumipambagletschers auf der Nordseite des Chimborazos. Es sind nadelförmige, braunrothe, glänzende Kryställchen von 1—3 mm Länge mit pyramidaler Endigung. In der Vertikalrichtung vielfach längsgestreift, geben sie in der Prismenzone nur annähernde Schimmermessungen. Der Winkel $\infty P\ (110) : \infty P\ (1\bar{1}0)$ ergab sich zu ca. 123° resp. 57°, was also auf den Prismenwinkel der Hornblende deutet. Ausserdem ist auch $\infty P \grave{\infty}\ (010)$ angedeutet. Weitere Messungen waren der Kleinheit und grossen Dünne halber nicht möglich. U. d. M. erkennt man starken Pleochroismus; ‖ $\mathfrak{ab}$ polarisirt, d. h. ‖ $\mathfrak{c}$ schwingend, dunkelbraun; ‖ $\mathfrak{ac}$ polarisirt, d. h. ‖ $\mathfrak{b}$ schwingend, olivgrün; ‖ $\mathfrak{bc}$ polarisirt, d. h. ‖ $\mathfrak{a}$ schwingend, gelbgrün. Bei Einhüllung der Nädelchen in Monobromnaphtalin im Klein'schen Drehapparat ergiebt sich die Axenebene in der Längserstreckung liegend, also parallel $\infty P \grave{\infty}\ (010)$. Senkrecht $\infty P \bar{\infty}\ (100)$ sieht man ein stark excentrisches Curvensystem um die negative Mittellinie. Nädelchen, parallel $\infty P \grave{\infty}\ (010)$ liegend, zeigen zur Vertikalaxe eine Schiefe von 12—15°. Nach alledem sind diese Nädelchen also mit Recht als bräunliche Hornblende zu bezeichnen.

## *Das Vorkommen der andesitischen Gesteine.*

Was nun das specielle Vorkommen der einzelnen andesitischen Gesteine betrifft, so will ich hier dieselben nach den einzelnen Bergen und Gebirgszügen angeben, da man so topographisch eine bessere Uebersicht erlangt und die einzelnen lokal oft dicht bei einander liegenden Vorkommen nicht so weit von einander getrennt werden. Leider war es nicht möglich, das vorhandene Kartenmaterial (Carta geográfica del Ecuador von Th. Wolf, Leipzig 1892, und Karte der Vulkanberge von Ecuador in Stübel: Die Vulkanberge von Ecuador, Berlin 1897) in wünschenswerther Weise zu benutzen, da bei dem verhältnissmässig grossen Maassstab der Karten doch nur in recht geringer Zahl Ortsangaben darauf stehen. Ich war zum grössten Theil auf die Angaben der Etiketten der Reiss'schen und Stübel'schen Sammlung angewiesen, die in schätzenswerther Weise eine ziemlich gute Orientirung zulassen.

**1. El Casaguala.**

Von diesem Berg liegt kein anstehendes Gestein vor. Am Fusse und an dem Gipfel des benachbarten Cerro Josepo steht in Bänken von über 50 m Mächtigkeit Pyroxen-Andesit an. Die in den Conglomerattuffen bei Pasa vorkommenden Stücke, die wohl vom Casaguala selbst stammen, gehören zu den typischen, schön röthlichen Amphibol-Andesiten. Sie haben eine pilotaxitische Grundmasse. Die braune Hornblende zeigt breiten Opacitrand.

**2. El Sagoatoa.**
(4158 m)

Hier steht meist Pyroxen-Andesit an. Die am Südfuss des Berges im Thal des Rio Ambato bei der Hacienda Tilulan (ca. 2800 m) sich findende Stromlava ist ziemlich dicht und schwarz, am deutlichsten ist noch der glasig klare Feldspath zu erkennen. Hie und da wird das Gestein auch stark blasig. U. d. M. erschien es hyalopilitisch, auch pilotaxitisch. Der Plagioklas bestimmt sich meist als Labrador (Schnitt ⊥ c: Lage der Axenebene unter 25° gegen die Kante P/M geneigt), doch kommt auch Andesin-Oligoklas vor (⊥ a, 78°),[1]) oft Neubildung von Pyroxen aus Hornblende, worauf Magnetit-Pyroxen-Aggregate und Opacitreste hinweisen. Der Pyroxen ist hier vorwiegend monoklin, Hypersthen tritt stark zurück.

Gleiche Gesteine sind die Pyroxen-Andesite von der Südwest- und Ostseite des Kraterrandes. (Plagioklas ⊥ a, 59° = Labrador-Bytownit; andrerseits ⊥ a, 67° = Andesin.)

Ein kleiner Ausbruch-Kegel, der Cerrito de Unamunchu (2892 m) an der Ostseite des Sagoatoa, hat gleichfalls Pyroxen-Andesit geliefert.

Dasselbe Gesteinsmaterial führen natürlich auch die hier vorhandenen Flüsse, der in den Rio Ambato strömende Rio Alajua, sowie dieser selbst. Eines dieser Gesteine aus dem Rio Alajua ist völlig silifizirt bei vorzüglichster Struktur- und Formerhaltung der einzelnen Mineralien.

Auch die den kolossalen Tuffmassen (Pishilata) bei der Stadt Ambato (2608 m) selbst eingelagerten Gesteinsblöcke sind Pyroxen-Andesit, stellenweise hie und da bimssteinartig. Diese Bimssteine sind ganz einsprenglingsfrei, accessorisch erscheint hie und da etwas Biotit.

---

[1]) Ich begnüge mich mit diesen abgekürzten Angaben: es will stets sagen: bei Anwendung der Fouqué'schen Methode ist im Schnitt ⊥ c oder a der Winkel der opt. Axenebene gegen die Spur der Kante P/M so und so gross.

### 3. El Llimpi.
(3744 m)

Der Berg führt auch den Namen Cerro Telicoto. Auch seine Laven bestehen aus Pyroxen-Andesit. Stellenweise betheiligt sich auch Amphibol, gewöhnlich stark opacitirt, an dem Gesteinsaufbau, so dass auch Amphibol-Pyroxen-Andesit (Hacienda Guadalupe am Nordostfuss des Berges), selbst Amphibol-Andesit sich findet. (Lava bei Inapí, unterhalb Pelileo.) Das Gipfelgestein des Berges, von Hatunpamba (3689 m) z. B., ist Pyroxen-Andesit. Makroskopisch ist es schwarz und reich an Feldspath und Pyroxen. Accessorisch erscheint u. d. M. auch Olivin. Der Pyroxen ist sowohl Hypersthen, wie monokliner Augit. Die Grundmasse ist pilotaxitisch, stellenweise schlierenartig durch Anhäufung des Eisenerzes oder der Feldspathleistchen helle und dunkle Flecken bildend. Ebenfalls am Südfuss des Berges, im Thal von Cuchnina, bricht Pyroxen-Andesit, aber auch Amphibol-Pyroxen-Andesit. Die grünlichbraune Hornblende ist hier, wenn auch spärlich, so doch ziemlich frisch.

### 4. El Mulmul.
(3838 m)

Die Gesteine erscheinen ihrer Farbe nach sehr wechselnd, sie sind bald hellgrau, reich an Feldspath und Pyroxen, bald schwarz, gradezu glasig werdend, bald roth durch Brauneiseninfiltration. Am besten sind die Gesteine auf der Ostseite des Berges erschlossen durch das tief eingeschnittene Erosionsthal des Rio Chambo. Hier z. B. bricht ein schwarzer glasiger, durch Brauneisen gefärbter Amphibol-Pyroxen-Andesit. Blöcke in der Quebrada Surungay (3201 m) sind Pyroxen-Andesit, ebenso in dem Boquio bei Guambaló (3090 m). Die Grundmasse ist bald glasführend, bald glasfrei. Hypersthen ist verbreitet, meist in Brauneisenumwandlung begriffen. Gleiche Gesteine liegen vor aus den Quebradas Chaupiyacu und Gualacchucu (2676 m) in der Umgebung von Guambaló.

### 5. El Igualata.
(4452 m)

Block des Schlackenagglomerats an der Nordseite des Berges, am Fels Yanarumi (4254 m). Schwarzer, poröser, viel Feldspath führender Pyroxen-Andesit. Die Grundmasse ist hyalopilitisch, der Feldspath zeigt hie und da schöne Zonenbildung. Ein derartiger Schnitt ergab im Kern $\perp c$ 40° (Bytownit), in der inneren Randzone 27° (Labrador), in der Mitte dieser Zone 17° (Andesin), in der äusseren Randzone 2° (Andesin-Oligoklas).

Schlackenagglomerat am Hondon de Barbaurcu (4154 m) auf der Ostseite des Berges: Pyroxen-Andesit. Aeusserlich dicht glasig, im Innern porös, schwarz. Hier treten auch zahlreiche Ganglaven auf: es sind fast dichte schwarze Pyroxen-Andesite mit vielen kleinen Feldspäthen und Pyroxen. Die Grundmasse ist durchweg hyalopilitisch.

Loma Guaiama, Hondon de Barbaurcu (c. 4200 m): dunkelgraues, pyroxenandesitisches Gestein.

Felsen der Loma Pungal, Cueva del Rey Pepino: grauschwarze bis schwarze Pyroxen-Andesit-Laven mit winzigen Feldspathleistchen. In den unteren Theilen dieser Loma bei Chisuan kommen jedoch auch plattig abgesonderte, hellgraue bis schwarze Amphibol-Andesite vor. (Accessorisch Pyroxen.) Bei Guanando am Rio Chambo selbst liegt ein fast einsprenglingsfreier Amphibol-Pyroxen-Andesit. (Feldspath ⊥ c, 26° Labrador bis Labrador-Bytownit.)

Gerölle, Quebrada Churnn bei Ilapo und Puente de Cagnajé (2216 m) Südostfuss des Berges: Pyroxen-Andesit, Amphibol-Pyroxen-Andesit und Amphibol-Andesit. Die Grundmasse ist stets pilotaxitisch. Ihrem äusseren Ansehen nach sind diese Gesteine sehr wechselnd, hellgrau bis schwarz, einsprenglingsreich bis dicht, theilweise auch plattig.

### 6. El Carihuairazo.

(5106 m)

Der Carihuairazo besteht ziemlich einheitlich aus Pyroxen-Andesit. Der Pyroxen ist vorwiegend rhombisch. Die einzelnen Vorkommen vertheilen sich folgendermassen:

a) Südseite des Berges:

Oberer Theil der Paila-cocha-loma (c. 4500 m): blaugrane bis graue Pyroxen-Andesite mit zahlreichen kleinen Plagioklasleisten und Pyroxenkryställchen (Plagioklas ⊥ c, $23^1/_2$° = Labrador). Spärliche Reste opacitirter brauner Hornblende. Grundmasse pilotaxitisch.

Gletscherschutt über Abras (4675 m): graue, schwarze und röthliche Pyroxen-Andesite von porphyrischer, selten trachytartiger Struktur. Die Grundmasse ist bald pilotaxitisch, bald hyalopilitisch. Neben Hypersthen auch spärlich monokliner Augit.

Ovejeria de las Abras (c. 4200 m): Eutaxitischer Pyroxen-Andesit von blaugrauer Farbe, durch rothe Streifen wie geflammt aussehend, mit vielen kleinen Feldspathleistchen und zahlreichen kleinen Pyroxenkrystallen. Pilotaxitische Grundmasse.

Abraspungu (4379 m): blaugrauer, rothstreifiger Pyroxen-Andesit. Führt u. d. M. spärlich rothbraune Hornblende und Biotit. Grundmasse fast kryptokrystallin, nicht typisch pilotaxitisch.

Tigresaltana (c. 4200 m), zwischen den Pässen Abraspungu (4392 m) und Sanancajas (3607 m): blaugraues, kleinporphyrisches Gestein. Führt bei pilotaxitischer Grundmasse Einsprenglinge von Plagioklas, Hypersthen und Eisenerz. Auch opacitische Reste mit neugebildetem Pyroxen. Der Grundmassenfeldspath ist von Oligoklascharakter.

b) Ostseite des Berges:

Salazaca: Unter dem Gletscherschutt in c. 4100 m Höhe anstehend. Plattiger schwarzer Amphibol-Pyroxen-Andesit.

Gletscherschutt, Südwestecke der Caldera (zwischen 4100—4300 m): Hier finden sich alle drei Arten von Andesiten. Die Hornblende ist stellenweise noch recht frisch, von grünlichbrauner Farbe. (Plagioklas ⊥ c 22° = Labrador). Die Grundmasse ist durchweg pilotaxitisch.

Mina de Salazaca (4257 m): die gleichen Gesteine von schwarzer bis röthlichbrauner Farbe. Stellenweise wohl durch Schwefeldämpfe ausgebleicht und zersetzt.

c) Nordseite des Berges:

Quebrada Pataló (3176 m), Paso de la Compañía: Kleinporphyrischer grauer Pyroxen-Andesit mit seltenen Resten ehemaliger Hornblende. An ihre Stelle sind Aggregate von Pyroxen, Feldspath und Eisenerz getreten.

Guarunurumi, oberhalb Pilahuin: Blaugrauer Pyroxen-Andesit. Die Feldspäthe sind öfters bräunlich gefärbt. Die Grundmasse ist pilotaxitisch, hypersthenführend.

Sneroyacu, oberhalb Pilahuin (c. 3800 m): grauschwarzer pilotaxitischer Pyroxen-Andesit, reich an Feldspath und Pyroxen. Der Hypersthen bildet gern Durchkreuzungszwillinge.

Gletscherschutt bei Minas (c. 4200 m): Hier liegen blaugraue bis schwarzgraue, vereinzelt braunrothe Blöcke von Pyroxen-Andesit von durchweg kleinporphyrischer Struktur. Plagioklas ‖ M — 2° = Andesin-Oligoklas bis — 14° = Andesin, oft mit schöner Zonarstruktur, Hypersthen, auch monokliner Augit, stellenweise auch Augitaugen, untermengt mit Plagioklas und Eisenerz, wohl Resorptionsprodukte ehemaliger Hornblende; Grundmasse fast stets pilotaxitisch, selten hyalopilitisch.

Trujilloloma (c. 4300 m), linke Seite des Hondon de Minas: Graues Gestein, welches bei pilotaxitischer Grundmasse Plagioklas, Hypersthen, etwas monoklinen Augit und Eisenerz führt.

Polvoloma (4494 m), linke Seite des Hondon de Minas: Dunkelgrauer, sehr feldspathreicher Pyroxen-Andesit mit spärlicher Brauneisenbildung. Grundmasse hyalopilitisch, reichlich braune Glasbasis.

Pucaloma (c. 4200 m), linke Seite Yanapiquil: blaugrauer Pyroxen-Andesit mit röthlichen Flecken, enthält resorbirte Hornblende.

Quebrada Chiquicagua, Brücke bei der Hacienda des gleichen Namens (3283 m): Blaugraue bis graue Pyroxen-Andesite mit pilotaxitischer Grundmasse, führen zweierlei Augit, viel Plagioklas. Spuren resorbirter Hornblende.

d) Westseite des Berges:

Quebrada Yatzaputzan (3604 m): In den andesitischen gelblichen Tuffen röthlicher Pyroxen-Andesit. Hypersthen fast völlig zu Brauneisen verwandelt; Grundmasse pilotaxitisch.

Von hier auch ein Pyroxen-Andesitgeröll von grauer Farbe mit Einsprenglingen von Feldspath und Augit. Accessorisch tritt Biotit und Quarz hinzu. Reste opacitischen Amphibols. Die Grundmasse ist von trachytoidem Habitus: der Feldspath vorwiegend rechteckig.

## 7. El Chimborazo.
(6310 m)

a) Nordseite des Berges:

Nordwestseite des unteren Endes des Tarugacorralgletschers (c. 4200 m): Hier steht ein grauer Pyroxen-Andesit an mit kleinen Einsprenglingen von Plagioklas, schwarzgrünem Pyroxen und ölgrünem Hypersthen. U. d. M. tritt der Feldspath als intratellurische Bildung sehr zurück, in der pilotaxitischen Grundmasse ist er jedoch häufig.

Schutthalde, Tarugacorralgletscher: Die hier liegenden Blöcke sind Pyroxen-Andesite, nur ein einziger enthält Reste resorbirter Hornblende. Makroskopisch bieten die Gesteine ein wechselndes Ansehen dar: bald grau bis blaugrau bei deutlicher porphyrischer Ausbildungsweise, bald dicht, schwarz, basaltartig. Plagioklas (∥ M, — 5° = Andesin-Oligoklas oder — 10° = Andesin), Pyroxen (Umwachsung des Hypersthens), Hypersthen (Zwilling nach $^1/_3$ P $\breve{\infty}$ (013)) und Eisenerz bilden die Einsprenglinge; die Grundmasse ist bald nur ein glasgetränkter Mikrolithenfilz, bald pilotaxitisch, bald hyalopilitisch.

Schutthalde, Rumipambagletscher: Die gleichen Gesteine wie vorher, gelegentlich in rothen Farben. In den Drusenräumen mehrfach Tridymit und Hornblende.

Gletscherschutt, Hondon de Dolicocha (c. 4800 m): Grauschwarze bis braunrothe Pyroxen-Andesite, theils fast dicht, theils schlackenartig, porös. Grundmasse pilotaxitisch bis hyalopilitisch. Plagioklas ⊥ c, 22°; ⊥ a, 60° = Labrador, in der Grundmasse verschiedene Plagioklase: symmetrische Maximalschiefen bis 28° einerseits, also sehr basischer Plagioklas, und bis 8° anderseits, also Oligoklas; stets beide Arten von Pyroxen.

Gletscherschutt, Hondon de Llamacorral (4600—4900 m): ebenfalls bei wechselndem Aussehen durchweg Pyroxen-Andesite. Der Plagioklas zeigt oft schöne

Zonenbildnng, ist dabei im Kern Anorthit (∥ M, 41°). Gewöhnlich gehört er dem Labrador zu (⊥ c, 21°). Der Grundmassen-Feldspath oft ziemlich sauer, von Oligoklas-Andesincharakter. (Symmetrische Schiefe der Leisten von 4—18° geheud.) Gelegentlich sind die Feldspäthe und die Pyroxene opalisirt. Zum Theil sind die Blöcke Auswürflinge, zum Theil aus dem Schlackenagglomerat herabgestürzt, das den Gipfel umgieht.

b) Westseite des Berges:

Bei den Ruinen von Pacopamha (c. 3500 m) und hei Totorillas de Cuucyacn (4060 m) stehen schwärzliche bis blaugraue Pyroxeu-Audesite an. Grundmasse pilotaxitisch.

Quebrada Culehrillas (c. 4300 m): Dunkelgrauer, poröser Pyroxen-Andesit-Bimsstein. Man erkennt spärliche Feldspath- und Augiteinsprenglinge.

Cruz del Arenal grande, zwischen Culebrillas und Salinas-ñan (c. 4400 m): Amphibol-Pyroxeu-Andesite mit brauner, theilweise schon resorhirter Hornhlende. Das eine der Gesteine ist schwarz, schlackig; das zweite, wohl eine Bombe, dicht, schwarz, glasig; das dritte blaugran, kleinporphyrisch.

c) Südseite des Berges:

Curiquiugueloma, Ahhang gegen Houdou Puzil (4500—4700 m): Pyroxen- und Amphihol-Pyroxen-Andesite. Meist porphyrische Aushildung hei grauer, röthlicher und schwarzer Färbung, hie und da röthlich, schlackig, auch glasig (Bomben).

Nuñuurcu, Abhaug gegen Hondou Puzil (zw. 4800—5050 m): Pyroxen-Andesite, auch Hornhlende führend. Accessorisch tritt in dem einen dieser hellgrauen Gesteine u. d. M. noch Biotit hinzu.

Gletscherschutt, Razusurcunu de los Guaraudeños (4700—4900 m): Kleinporphyrische Pyroxen-Andesite, die zum Theil Zersetzungserscheinungen wohl durch Fumarolenwirkung zeigen. So wurde in einem der Gesteine Opalisirung des Feldspaths wie des Augits heobachtet. Die Grundmasse ist durchweg pilotaxitisch, zum Theil stark durch Brauneisen infiltrirt.

Loma Chalata bei Curipoquio (c. 4100 m): Hier steht ein blaugrauer Amphibol-Andesit mit Einsprenglingen weisslicheu Feldspaths und schwarzer, kleiner Hornblenden an. Durch das blaugraue Gestein zieheu blassröthliche Streifen, so dass eine an Eutaxit erinnernde Struktur herauskommt. Die Hornhlende ist hräunlichgrün bis braun und zeigt breite Resorptionsränder.

Gletscherschutt, Cebadal, oberer Theil von Curipoquio, Abhang des Guairachitana (c. 4600 m): Vorwiegend Pyroxen-Andesite, hie und da auch Amphihol-Andesit. Makroskopisch von sehr wechselnder Erscheinung, sind sie u. d. M. sehr gleichmässig struirt. Gelegentlich führen auch die Pyroxen-Andesite Reste resorbirter Hornblenden.

Hacienda Zobol (3278 m): Pyroxen-Andesit mit Resten von Amphibol. Das eine der Gesteine ist fast körnig, das andere von porphyrischer Ansbildung. U. d. M. erscheint neben Hypersthen anch monokliner Augit; die Grundmasse ist pilotaxitiscb, resp. byalopilitiscb.

Zwischen Zobol (3278 m) nnd Sesgon (3520 m): Pyroxen- und Amphibol-Pyroxen-Andesit. Letzteres ist ein granes Gestein mit viel Feldspatb und etwas Pyroxen. U. d. M. erscheint anch etwas Qnarz und Biotit, so dass hier also ein Uebergang zum Dacit vorläge. Die Grundmasse ist pilotaxitisch.

Am linken Ufer des Rio Chimborazo, zwischen Chinigua (4596 m) nnd der Hacienda Chimborazo (3505 m), steht ein schwarzer, kleinporphyrischer Pyroxen-Andesit in ca. 100 m mächtigen Massen an. Durch röthliche, streifige Brauneisenfärbung erinnert das Gestein etwas an Entaxite. Die Grundmasse ist pilotaxitisch.

Bei Chinigna (4596 m) selbst besteht ein Schlackenkegel aus schwarzen, fast bimssteinartigen Pyroxen-Andesitschlacken mit glasigklarem Feldspath und schwarzem, glänzendem Pyroxen. Die Grundmasse ist stark glasig und enthält nur wenige krystalline Bestandtheile.

Bei den Ruinen der Hacienda Trasquilas (c. 3700 m) findet sich ein ähnliches bimssteinartiges, stark glasiges Gestein. Die kleinen Feldspathmikrolithe zeigen vielfach skelettartige Bildungen und Wachsthumserscheinungen.

Llamacorral, zwischen Sesgon und Chinigua (4596 m): Blaugraue, anch röthliche einsprenglingsreichc Amphibol-Pyroxen-Andesitlaven mit pilotaxitischer, ancb byalopilitischer Grundmasse. Die Hornblende ist rothbraun, hat stets Resorptionsphänomene. Neben monoklinem Augit anch Hyperstben.

Cnriqningneloma bei Sesgon (3520 m): Röthlichgraues bis graues, einsprenglingsarmes Gestein, welches sich als Ampbibol-Pyroxen-Andesit bestimmt.

Gipfel des Cnicni bei Sesgon (3707 m): Grauer Amphibol-Andesit mit trachytoider Grundmasse. Die Hornblende erscheint recbt frisch nnd ist von grüner Farbe.

Quebrada Cnnturpalta grande bei Singapilca (c. 4000 m): Schwarze bis graue Pyroxen-Andesitlaven.

d) Ostseite des Berges:

Loma de Chnqniragna bei Tambo de Cnlebrillas (c. 3700 m): Blangrauer Pyroxen-Andesit mit zahlreichen kleinen Plagioklasleisten und Angitkrystallen.

Llano de Gnalampnz (3866 m): Pyroxen- nnd Amphibol-Pyroxen-Andesit, scbwarz, sehr kleinporphyrisch, aber reich an Einsprenglingen. Die Grundmasse ist hyalopilitisch, stellenweise dnrch den Reichthum an intratellurischen Bildungen stark zurücktretend.

Gletscherschutt, Chacpoquio (4500—4700 m): Theils Pyroxen-, theils Amphibol-Pyroxen-Andesite von sehr wechselnder Farbe, stellenweise auch sekundär grünlich und roth gefärbt. Grundmasse pilotaxitisch bis hyalopilitisch.

Zwischen Tambo de Culebrillas und Allpachaca (c. 3800 m): Bläulichgraue Pyroxen-Andesitlava von entaxitischem Aussehen. Führt ganz accessorisch etwas braune, stark opacitirte Hornblende.

Quebrada Zalacon (c. 4000 m), nördlich von der Rayaloma: Pyroxen- und Amphibol-Pyroxen-Andesit von schwarzer bis weissgrauer Farbe. Porphyrische Struktur bei pilotaxitischer Grundmasse. Accessorisch tritt auch etwas Glimmer in das Gesteinsgewebe ein.

Quebrada Tusparumi (c. 4000 m), oberhalb des Tambo de Chuquipoquio: Blaugrauer bis schwarzer Pyroxen-Andesit, sehr reich an Einsprenglingen von Plagioklas, zweierlei Pyroxen und Eisenerz. Grundmasse pilotaxitisch.

Angamachai (4396 m): Röthlichgraue Pyroxen-Andesitlava mit nur wenigen erkennbaren Krystallen von Plagioklas, Hypersthen, Augit, Eisenerz und Apatit. Die Grundmasse ist ein glasiger Mikrolithenfilz.

Gletscherschutt, Tulituli (4400—4600 m): Hellgraue bis schwarze Pyroxen-Andesite von porphyrischer Struktur, mehr oder weniger einsprenglingsreich. Der Hypersthen ist schon stellenweise serpentinisirt. Plagioklas im Schnitt ∥ M $8 - 19^{\circ} =$ Andesin bis Labrador. Grundmasse vorwiegend pilotaxitisch.

Tambo de Chuquipoquio: Hellgrauer bis schwarzer Pyroxen-Andesit, von trachytartigem Aussehen. Tridymitführend. Grundmasse hyalopilitisch.

### 8. Das Riobambabecken.

Hacienda Pungapala, östlich des Tambo de Chuquipoquio: Grauer bis schwarzer Pyroxen-Andesit. Grundmasse ein glasgetränkter Mikrolithenfilz.

Abstieg von Sanancajas, zwischen Panza und San Andres: Schwarzer, auch entaxitisch roth gestreifter Pyroxen-Andesit mit kleinen Krystallen von Plagioklas und Pyroxen. Grundmasse hyalopilitisch, sehr glasreich.

In und bei San Andres (3076 m), z. B. bei Catazo, finden sich graue und schwarze Pyroxen-Andesite von kleinporphyrischer Struktur. Immer ist neben monoklinem Augit auch Hypersthen vorhanden. Grundmasse glasig.

In der Umgegend von Guano, z. B. bei der Hacienda San Antonio und am Cerro San Antonio selbst, findet sich Pyroxen-Andesit als fast dichtes grauschwarzes Gestein. Grundmasse hyalopilitisch.

Im Guanothal zwischen Guano und Cubijíes, sowie am Cruz de Cubijíes, findet sich auch wieder Amphibol-Pyroxen-Andesit. Die Grundmasse erscheint als glasgetränkter Mikrolithenfilz. Die Resorption der Hornblende hat bis zur völligen Neubildung von Pyroxen geführt.

Zwischen Cubijíes und Riobamba, sowie am Südwestende der Cuadra Mosquera und am Hügel des Taita Pareja in Riobamba stehen schwarze, fast dichte Pyroxen-Andesite an von der gewöhnlichen Erscheinungsweise.

Südlich Riobamba, in der Quebrada Pucahuaico und bei San Luis finden sich wieder Laven von Amphibol-Pyroxen-Andesit mit pilotaxitischer Grundmasse. Die Hornblende ist bis auf wenige Reste völlig resorbirt.

Bei Lican (2910 m) findet sich ein sehr einsprenglingsreicher Amphibol-Pyroxen-Andesit, der in glasiger Grundmasse zahlreiche bis 1 cm lange Feldspäthe und bis $^3/_4$ cm grosse Pyroxene enthält. Letztere sind zum Theil Hypersthen.

Bei der Hacienda Chapalay (c. 3200 m) und zwischen Lican und Calpi (c. 3000 m) stehen graue bis schwarze porphyrische Pyroxen-Andesite an mit zum grössten Theil glasiger Grundmasse.

In der Gegend von Calpi selbst, z. B. am Carretero bei Dos Puentes (c. 3200 m) stehen die gleichen Pyroxen-Andesite an. Hierher gehören auch die älteren Laven auf der Nordseite des Yana-urcu de Calpi.

### 9. Cordillera de Simiátug y de Leigua.

In den Tuffen am linken Ufer des Pucayacu, zwischen Hacienda Cunucyacu (3670 m) und Hacienda Llangagua (3398 m), sowie bei Sigsiloma (c. 4100 m) nahe Buenavate finden sich sowohl Blöcke von Amphibol- wie Pyroxen-Andesit. Makroskopisch sind sie, wie alle diese Andesite, von ziemlich gleichem Aussehen. Ihre Farbe ist sehr wechselnd. In einem der Gesteine erscheint sogar Biotit als einziges Bisilikat: dasselbe wäre demnach als Glimmer-Andesit zu bezeichnen. Auch der Biotit zeigt schwache Resorptionserscheinungen.

Bei Misisinguna (3690 m) zwischen Simiátug und Cunucyacu steht in mächtigen Felsen ein fast dichtes schwarzes Gestein, ein Pyroxen-Andesit, an. Der Plagioklas ist der vorherrschende Gemengtheil, der Augit ist serpentinisirt. — Gerölle im Rio Trasquilas bei Simiátug: Schwarzer, durch Brauneisen gelblich gefärbter Pyroxen-Andesit. Gleicht sehr dem vorigen Vorkommen. Grundmasse pilotaxitisch.

Bei Rayapamba (3821 m) und Chuquiná (4000 m), zwischen Simiátug und Salinas finden sich graublaue bis grauschwarze porphyrische Pyroxen-Andesite, auch Hypersthen führend. Die Grundmasse erscheint pilotaxitisch.

Bei Salinas (3579 m) selbst sind Amphibol-Pyroxen-Andesite sehr verbreitet, theilweise Glimmer führend. Die Hornblende ist vorwiegend grün und frisch. Die Grundmasse ist meist glasig.

Quebrada Moya, zwischen Salinas und Gnaranda, Qnebrada Qninoacorral (3084 m) am Cerro Capadia: graue bis schwarze kleinporphyrische Pyroxen-Andesite mit pilotaxitischer Grundmasse.

Flnssgeröll, Rio Llangama hei Guaranda (2609 m): Pyroxen-Andesit, seltener Amphihol-Pyroxen-Andesit von mannigfachstem Anssehen bei ziemlich gleichhleibender porphyrischer Struktur. Gewöhnlich kommt der Augit sowohl als rhombischer wie als monokliner vor. Einige der Gesteine zeigen beginnende Verwitterung, z. B. Calcit- und Serpentinbildung.

### 10. Cordillera de la Calera.

Dieses meist sich ans Sedimentärgesteinen aufbanende Gehirge hat nur an den Panzafelsen (4137 m) und am Tambo de Yanaurcu (3680 m) Pyroxen-Andesite, von fast feldspathbasaltartigem Habitus; anch die Felsmaner Talalaco besteht aus diesem Gestein. Die Grundmasse ist stark hyalopilitisch. Auch hier zweierlei Pyroxen.

### 11. Páramos del Puyal nnd de Columbe.

Zwischen Cajabamba und Sicalpa finden sich vielfach Blöcke von Amphihol-Andesit. Es sind porphyrische, meist graue Gesteine von typischem andesitischen Hahitus. Die Hornhlende ist hrann, mit Opacitbildung; der Plagioklas entspricht im Durchschnitt einem Labrador ( | M, 21°).

In der Gegend der Laguna de Colta, z. B. in den Tuffen am Pichicorral (c. 3800 m) hei Guallaló (3570 m) finden sich die gleichen Gesteine von graner bis bräunlichrother Farhe. Ganz zufällig gesellt sich hie und da etwas Pyroxen zu, so dass die Gesteine, wie z. B. an der Chorrera (3809 m) zwischen Guallaló und Navascrnz dann in Amphihol-Pyroxen-Andesite ühergehen.

Geröll im Rio Pangor (c. 2800 m) und in der Qnebrada Panza (2185 m), zwischen Pangor (3115 m) und Yerhabuena: Die gleichen Gesteine, wie oben beschrieben, doch kommen auch Pyroxen-Andesite vor.

### 11. Cordillera de Chimbo.

Cerro Tzntzanga (c. 2500 m) bei San José de Chimbo: Dichter, grünschwarzer Pyroxen-Andesit, an anderer Stelle durch Schwefeldämpfe ausgebleicht nnd

zersetzt, führt viel Tridymit. Plagioklas ⊥ a 59° = Labrador-Bytownit, bis 66° = Andesin. (Die Grundmasse ist hyalopilitisch.)

## 2. *Feldspathbasalt.*

Gewiss als Feldspathbasalt abzusondern, nach petrographischen und geologischen Anhaltspunkten, sind 3 Stücke gleichen Fundorts, bezeichnet als „Lavastrom, vom Südostfuss des Yanaurcu de Calpi ausgehend“. Stübel[1]) nennt diesen Hügel „einen wirklichen Ausbruchskegel, an welchen sich stromförmig ergossene Lavamassen anschliessen“. A. v. Humboldt erwähnt den Berg vielfach, er hält ihn für einen Ausbruchskrater des Chimborazo[2]) neueren Ursprungs, „der, wie auch sein schwarzes, schlackenartiges Gestein (Augit-Porphyr) bezeugt, in der Mitte des 15. Jahrhunderts scheint thätig gewesen zu sein“. Auffallend ist ihm „bei den schwarzen, basaltartigen Trachyten von Yanaurcu de Calpi das Fehlen des Olivins“. An anderer Stelle[3]) führt er Granat als Bestandtheil dieses Gesteins auf, doch dürfte das wohl der angeblich fehlende Olivin gewesen sein. Es sind dichte, zum Theil klein-cavernöse Gesteine von schwarzer Farbe, hie und da durch Verwitterung grau werdend. In der dichten Gesteinsmasse erkennt man selten kleine dunkle Krystalle, wohl von Augit, und häufiger als jene braunrothe, hyalosideritartige, gelegentlich allerdings auch ölgrüne Olivineinsprenglinge, deren Grösse allerdings nur klein ($^1/_2$—2 mm) ist, vereinzelt auch etwas beträchtlicher wird.

U. d. M. sieht man in einer stark glasigen Grundmasse Pyroxen und Olivin als Einsprengling, während Plagioklas sich nur an der Zusammensetzung der Grundmasse betheiligt.

Der Pyroxen bildet meist idiomorphe Krystalle der bekannten Form. Er wird gewöhnlich schwach grünlich bis farblos durchsichtig, randlich erscheint er stellenweise schwach violett gefärbt. An solchen Stellen zeigt er dann auch eine, etwa um 2° höhere Auslöschungsschiefe. Diese letztere schwankte im Durchschnitt zwischen 39—48°. Andererseits macht sich auch eine zonare Bildung bemerkbar, im gewöhnlichen Licht durch abweichende Färbung zwischen Kern und Rand in differenten grünen Tönen, zwischen gekreuzten Nicols durch wechselnde Auslöschungsschiefen, dabei ist diese aber in solchen Fällen im Kern eine beträchtlichere als randlich. So wurde in einem Fall

[1]) A. Stübel: Die Vulkanberge v. Ecuador. Berlin 1897. p. 230.

[2]) A. v. Humboldt: Kosmos IV. p. 241 u. 480. — cf. auch: Kleinere Schriften, Bd. I. p. 138 u. 140.

[3]) A. v. Humboldt: Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hemisphères. Paris 1823. p. 337.

im Kern ein Winkel von 51°, am Rand ein solcher von 46° beobachtet. Zwillingsbildung nach $\infty$ P $\bar{\infty}$ (100) kommt vor; gelegentlich sieht man auch sternförmige Durchkrenzungszwillinge, bei denen der Winkel der Vertikalaxen beider Individnen 118° beträgt. Da in beiden Durchschnitten ungefähr je ein Curvensystem um die negative Mittellinie erscheint, so dürfte eine Zwillingsbildnng nach einer Pyramidenfläche vorliegen, wohl die bekannte nach P $\grave{2}$ (122). Die prismatische Spaltbarkeit macht sich in deutlichen Rissen bemerkbar. Einschlüsse sind selten, hie und da sind es Glas oder Eisenerz.

Olivin ist häufig, mindestens gerade so häufig als Pyroxen. Er zeigt die gewöhnlichen Krystallformen mit terminaler Endigung durch 2 P $\breve{\infty}$ (021), so dass Längsschnitte die bekannten sechsseitigen Umrissformen zeigen. Die Längsrichtung fällt dabei stets mit der Vertikalaxe zusammen. Spaltrisse nach $\infty$ P $\infty$ (100) oder $\infty$ P $\breve{\infty}$ (010) sind stets vorhanden, desgleichen eine Querzerklüftung parallel 0 P (001). Die Durchschnitte sind meist farblos, hie und da etwas gelblich, oft auch ins Röthliche gehend: dann aber rührt sie wohl erst von sekundären Bildungen von Eisenoxyd oder Eisenhydroxyd her. Glaseinschlüsse sind spärlich vorhanden, hie und da etwas Magnetit, häufig aber Eisenoxyd als Eisenglanz in rothgelben Blättchen mit deutlichem Pleochroismus in Nuancen derselben Farbe und erkennbarer Absorption $o > e$. Die Grösse dieser Eisenglanzeinlagerungen geht bis ins Mikrolithische herab, so dass sie wie ein zartes Gewebe dem Olivin eingelagert erscheinen. Taf. VII, Fig. 5 giebt diese Verhältnisse klar wieder. Andererseits findet randlich und auf den Spaltklüften eine starke Eisenerzausscheidung statt, so dass oft nur noch spärliche Reste frischer Substanz dazwischen eingelagert sind. Es ist der gleiche Vorgang, wie ihn in typischster Weise C. Klein bei dem Olivin im Leucittephrit von Montefiascone[1]) schildert. „Es geht vom Rande aus, dann aber auch von Spalten und Rissen her eine Ausscheidung von Eisenerzen vor sich, die eine tiefere Braunfärbung am Rande und an den Rissen zur Folge hat. Von da ab nach der Mitte zu verläuft die Substanz durch bräunliche in grüne Töne und geht dann in die unzersetzten lichten Partien über." Deutlich, in wie starkem Maasse diese Umwandlung vor sich geht, ersieht man aus der Abbildung Taf. VII, Fig. 6.

Magnetit ist häufig: man erkennt seine Natur an den dem regulären System entsprechenden quadratischen oder dreieckigen Schnitten. Er liegt vorwiegend in der Grundmasse eingelagert.

Apatit bildet die bekannten feinen langen Nädelchen, die sich aus der glasigen Basis der Grundmasse scharf herausheben.

---

[1]) C. Klein: Petrograph. Untersuchung einer Suite von Gesteinen aus d. Umgebung des Bolsener Sees. N. J. Beil. Bd. VI. 1889. p. 6. u. 17.

Die Grundmasse ist von ausgesprochen hyalopilitischer Struktur. In einer in dickeren Partien bräunlich durchscheinenden, an ganz dünnen Stellen farblosen, globulitisch gekörnelten Glasbasis liegen bei ausgezeichneter fluidaler Struktur zahlreiche, meist zwillingslamellirte Plagioklasleisten, untermengt mit Augitkryställchen, Eisenerz und Apatit (und wohl auch Pseudobrookit). Als Sekundärprodukt erscheint Brauneisen. Diese der Effusivperiode angehörigen Feldspäthe sind durchweg leistenförmig und nach dem Albitgesetz verzwillingt. Andeutungen einer wechselnden chemischen Zusammensetzung machen sich dadurch bemerkbar, dass der Rand mit geringerer Schiefe gegen die Zwillingsgrenze auslöscht. Die Auslöschungsschiefe selbst ist je nach der Schnittlage sehr wechselnd, oft gering, oft beträchtlich. Symmetrische Schiefen von 25—27° bestimmen den Charakter des Feldspaths wohl als Labrador. — Der Pyroxen bildet schwach grünliche, ausgezeichnet idiomorphe Kryställchen, Spaltbarkeit nach $\infty$ P (110) und Zwillingsbildung nach $\infty$ P $\bar{\infty}$ (100) sind vorhanden. — Die braune bis farblose Glasbasis zeigt globulitische Körnelung. Die kleinen Globulite sind vielfach ausgezeichnet als Margarite gruppirt.

Das eine der Handstücke zeigt Produkte der Sublimation. Man erkennt mit der Lupe winzige, stark glänzende, farblose Blättchen. U. d. M. untersucht, ersieht man ihre Natur als Plagioklase. Es sind dünne, farblose Täfelchen von $^1/_4$—$^1/_2$ mm Grösse nach M, begrenzt von P, y und T. Dafür sprechen die Winkelmessungen. Eines der Blättchen zeigte zur Albitzwillingsgrenze eine symmetrische Schiefe von 15°. In Uebereinstimmung damit zeigen andere Blättchen | M (011) eine Schiefe von c. 19°, was diesen Feldspath als Albit bestimmen würde. Die dünnen Täfelchen führen zahlreiche Gaseinschlüsse von unregelmässiger bis schlauchförmiger Form.

Diesen Vorkommen schliesst sich an eine „anstehende Lava des Cerro Cachahuay“. Es ist ein durch Brauneisen völlig braunroth gefärbtes Gestein, erfüllt von unzähligen feinen Poren. U. d. M. ist es gleichfalls stark porös, seiner Zusammensetzung und Struktur nach gleicht es aber vollkommen den früher beschriebenen: Olivin und etwas Augit bilden die intratellurischen Ausscheidungen, während Plagioklas in schmalen Leisten nur in der glasigen Grundmasse neben Augit enthalten ist. Alle näheren Details sind durch starke Brauneiseninfiltration völlig verdeckt.

Fast einsprenglingsfreie Basalte von gleicher Art sind die Laven der Cerros Tulabug (3324 m) und Aulabug, welche allerdings ausserhalb des hier bearbeiteten Gebietes liegen. Beide Berge gehören zu den Yaruquies-Bergen, ihre Laven stehen in mächtigen Bänken, zum Theil in säulenförmiger Absonderung, an dem Absturze an, welcher von dem Dorfe Licto zum Rio Chambo führt. Sie unterscheiden sich in nichts von dem oben beschriebenen Vorkommen.

Etwas abweichend im makroskopischen Habitus von jenen Basalten ist ein anderes Gestein, das in mächtigen Bänken im Chillopullothal ansteht, zwischen Chimborazo und Carihuairazo. Er ist von granschwarzer Farbe und enthält zahlreiche ölgrüne Krystalle von $^1/_2$—1 mm Grösse, die u. d. M. sich als Olivin erweisen. Im Dünnschliff ist der Habitus des Gesteins jedoch völlig mit den früheren identisch. Als neu sind nur noch kleine braune Picotitoktaëder im Olivin zu erwähnen.

Fast dichte, fein poröse, schwarze Feldspathbasaltlaven sind die Gesteine des Cerro Puñalica. Sie liegen sowohl vor als dessen Gipfelgestein, wie von seinem Ostfuss bei Quinchicote, aus der Quebrada Santa Lucía bei Tisaleo und in zahlreichen Blöcken, die die Oberfläche des Landes bedecken zwischen Mocha und dem Puente de Quero. In den meisten erkennt man zahlreiche ölgrüne Olivine und winzige, nur durch ihren Glanz auffallende Feldspathleistchen. Gelegentlich tritt Brauneisenbildung auf.

## Geologische Ergebnisse innerhalb des behandelten Gebietes.

Bei Durchsicht des vorhandenen Gesteinsmaterials ergiebt sich im Grossen und Ganzen für den allgemeinen Aufbau des Gebietes das schon in der Einleitnng aus der vorhandenen Literatnr Gesagte, dass einem alten, wohl vornehmlich der Kreideformation zuzurechnenden, theilweise aus mehreren Ketten bestehenden Gebirgszuge jungeruptive Gebilde in Form grosser Vulkane aufgesetzt sind, deren Laven- und Schuttmaterial die vorhandenen Schichtgesteine überdeckte und einebnete. Tief eingeschnittene Erosionsthäler und Flussgerölle können uns daher nur die älteren Gesteine erkennen lassen. Wir sehen so, dass sich die aus cretacäischen Schichten und alten Eruptivgesteinen bestehende Cordillera de Angamarca nach Süden hin als Cordillera de Simiátug und Leigua fortsetzt, aber von grossen Tuff- und Lavamassen bedeckt ist. Anstehend wurden hier keine jungeruptiven Gesteine gefunden. Die Gerölle der Flüsse Rio Trasquilas bei Simiátug und Rio Llangama bei Guaranda beweisen die Existenz auch alter Eruptivgesteine und sedimentärer Bildungen, z. B. wie von Enstatitporphyriten, Quarzdioritporphyriten oder Grünsteinconglomeraten und Sandsteinen. Grosse Tuffmassen mit zahlreichen Andesitblöcken lagern am linken Ufer des Rio Pucayacu zwischen den Haciendas von Cunucyacu und Llangagua. Ebenso finden sich zahlreiche Lavablöcke bei Salinas und Guaranda.

In dem südlich davon gelegenen Arenal (4281 m), an dem der Pass aus dem interandinen Hochland von Riobamba her zur Küste bei Guayaquil vorbeiführt, liegt ein Knotenpunkt des ganzen Gebirges vor. Von hier aus zieht sich ostwärts in steilen Abstürzen gegen das Riobambabecken hin ein von neuen Laven bedecktes altes Querjoch, welches die Grundlage der Cerros do Yaruquies bildet, in dessen Verlauf zahlreiche alte Gesteinsknppen entblösst sind. So findet sich am weitesten ostwärts, z. B. am Cerro de Licto, südlich Punin ein fast granitisch aussehender Qnarzglimmerdiorit, ebenso am Abweg vom Cerro Tulabug zur Ebene von Tunchi unter dem Tuff, dem s. g. Cangagua, anstehend. Doch gehören diese Gesteine schon zu den krystallinischen Gesteinen der Ostcordilleren, wie dies in den Durchschnitten am Rio Chambo deutlich zu erkennen ist. Im Grossen und Ganzen sieht man nach Osten eine wellige Oberfläche grosser Lavamassen sich hinziehen, welche die ganze Gegend zwischen dem südlich von Riobamba vorbeiströmenden Rio Chibunga und dem Rio de Gnano erfüllt. In der Gegend von Calpi hat ein neuerer Ausbruchskegel, der Yanaurcu de Calpi, Ströme von Feldspathbasalt ergossen. Das gesammte Gelände nördlich Riobamba's wird erfüllt von den grossen Vulkanen unseres Gebietes und ihren Laven. Der in seinem west-östlichen Verlaufe sich einschneidende Rio Ambato gestattet einzig und allein eine Trennung der nördlicher gelegenen Bergmassen der Cusubambaberge, des Casaguala und Sagoatoa von den eruptiven Bildnngen des Chimborazo und Carihuairazo. Diesen gliedern sich dann ostwärts, zwischen dem Rio Pachanlica und dem Rio Patate resp. Chambo gelegen, als interandine Gebilde die Berge der Gegend von Pelileo, der Llimpi nnd Mulmul, sowie der Igualata an. Abgesehen von vulkanischen Laven, finden sich in diesem Gebiet nur kolossale Tuffmassen, z. B. bei Ambato und Pelileo. Nordöstlich des Carihuairazo liegt ein nenerer, Feldspathbasalt liefernder Ausbruchskegel, der Puñalica, etwa zwischen Tisaleo und Mocha.

Südwärts des Arenals setzt nun die alte Westcordillere, fast frei von jungvulkanischen Bildnngen, ihren Zug fort; sie wird dnrch das Thal des weiter südlich sich in westlicher Richtnng zum Tiefland von Guayaquil wendenden Rio Chimbo in zwei gleichaltrige Parallelketten getrennt. Die nördlicher gelegenen und dem Vulkangebiet mehr zugewendeten Theile sind noch reich an andesitischem Lavenmaterial, so die zunächst dem Arenal sich angliedernde Cordillera de la Calera und der Páramo de Puyal. An und für sich stehen hier Sandsteine mit eingelagerten Kalkschichten nnd Schiefer an, z. B. bei Cachipata am linken Ufer des Rio Chimborazo und bei Chinigua. Der Gipfel des Tusparumi (4143 m) besteht aus einem quarzreichen groben Conglomerat; die höchsten Gipfel der Panzafelsen sind ein weissliches, dichtes qnarzitisches Gestein. Bei Cajabamba und Sicalpa finden sich auch zahlreiche Gerölle alter Eruptivgesteine, wie von Quarzporphyr und Porphyriten. An der Laguna de Colta dagegen, z. B. bei

Gnallaló und am Pichicorral, liegen vulkanische Tuffe mit Amphibol-Andesitblöcken. Sie entstammen vielleicht dem Material der ostwärts sich erhebenden Cerros de Yaruquies. Südwärts an den Páramo de Puyal schliesst sich bis Guamote hin die Cordillera de Columbe. Der Pass von Navas-cruz vermittelt den Uebergang. Von ihm aus strömt westlich durch Sandsteinschichten (z. B. bei Guangopulo) der Rio Pangor zum Rio Chimbo. Auch er führt neben andesitischen Geröllen solche von Porphyrit und Melaphyr. Im Rio Coco bei Pallatanga findet sich Diabas- und Schiefergerölle. An der Puente de San Jorge (930 m) am Rio Chimbo selbst bilden blauschwarze Schiefer mächtige Felsen.

Die westliche Parallelkette, die s. g. Cordillera del Chimbo, ist reich an alten Gesteinen: Diorit, Porphyr, Porphyrit und Diabasporphyrit kommen hier vor. In einem derartigen stark zersetzten Porphyrit, zwischen San Miguel und San José, sind die Feldspäthe unter vorzüglichster Formerhaltung zu Kaolin umgewandelt. Auch findet sich hier eine grüne Breccie mit eckigen Fragmenten eines schwarzen Schiefergesteins. Bei Chillanes, am Weg zum Rio Chimbo steht Melaphyr an, nach Stübel das „typische Gestein der ganzen Gegend“.

Folgt man dem Lauf des Rio San Antonio, der in der Gegend von Guaranda entspringend westlich die hier etwa ihren Anfang nehmende Cordillera de Chimbo durchbricht, um in das Tiefland der Provinz Guayas einzutreten, so trifft man hier durchweg auf alte Eruptivgesteine. So steht hier zwischen Guama-cruz und Cabezas-pata Quarzdiorit an, desgleichen in der Quebrada Taricagua. Hier findet sich auch als Contaktphaenomen Andalusithornfels. Aus der Alluvialebene bei Cachari unweit von Bodegas erhebt sich ganz isolirt eine kleine Kuppe von Quarzglimmerdiorit. Ein gleicher Diorit steht am Rio Danlc, unterhalb der Hacienda Estacada an. An gleicher Stelle findet sich ein mächtiger Rotheisensteingang, unterhalb Petrillos am Cerro de las Revezas bei der Hacienda Estacada. Am Salado endlich nahe Guayaquil gehen von Westen her die Ausläufer des Chongongebirges in 1—2 Fuss mächtigen grauen Kalkbänken zu Tage aus, deren Schichten steil aufgerichtet sind. Dicht beim Dorfe Daule selbst etwa 2—3 m unter der Erdoberfläche findet sich als Knollen in den Alluvialbildungen ein Erdharz, der s. g. Guayaquilit.[1])

[1]) Th. Wolf: Geografia y Geologia del Ecuador. 1892. p. 300, 301.

# Chemischer Theil.

Ueber Gesteine des bearbeiteten Gebietes liegen in der Litteratur eine Reihe von Analysen vor, die ich sammt den s. Zt. angegebenen Folgerungen hier vergleichsweise zusammenstellen will. In wie weit diese Schlüsse berechtigt sind, ist aus vorliegender Arbeit zu ersehen. Eigene Analysen habe ich nicht ausgeführt.

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ . . . . . | 59,12 | 65,09 | 60,32 | 60,69 | 58,00 | 57,10 |
| $Al_2O_3$ . . . . | 13,48 | 15,58 | 16,92 | 16,90 | 18,00 | 17,25 |
| $Fe_2O_3$ . . . . | 7,27 | 3,83 | 5,88 | 8,67 | 3,72 | 10,75 |
| $FeO$ . . . . . | | 1,73 | 1,40 | | 2,73 | |
| $CaO$ . . . . . | 6,50 | 2,61 | 5,64 | 7,47 | 6,96 | 5,00 |
| $MgO$ . . . . . | 5,41 | 4,10 | 3,52 | 1,47 | 3,56 | 2,50 |
| $K_2O$ . . . . . | 2,64 | 1,99 | 2,42 | 1,61 | 2,12 | 2,10 |
| $Na_2O$ . . . . . | 3,46 | 4,46 | 3,83 | 2,90 | 4,36 | 5,12 |
| Glühverlust . | — | 0,41 (+ Chlor) | 0,44 | 0,55 | 0,32 | 0,25 |
| | 97,88 | 99,80 | 100,37 | 100,26 | 99,77 | 100,07 |
| Spec. Gewicht | 2,806 | 2,6853 | — | — | — | — |

I. Pyroxen-Andesit vom Chimborazo, gesammelt bei 17 916 Fuss Höhe von A. v. Humboldt, analysirt von Rammelsberg.[1])

[1]) A. v. Humboldt: Kosmos IV. 627. — cf. J. Roth: Gesteinsanalysen. Berlin 1860. p. 35. No. 18.

Gustav Rose (vgl. A. v. Humboldt, Kosmos IV. 627) schreibt dazu: „Nimmt man an, dass die Thonerde allein dem feldspathartigen Gemengtheile angehörte, so kann man in der Rammelsberg'schen Analyse berechnen:

| | |
|---|---|
| Oligoklas: | 58,66 |
| Angit: | 34,14 |
| Kieselsäure: | 4,08 |

Da also hier bei der Annahme von Oligoklas noch freie Kieselsäure übrig bleibt, so wird es wahrscheinlich, dass der feldspathartige Gemengtheil Oligoklas und nicht Labrador sei. Dieser kommt mit freier Kieselsäure nicht vor, und bei der Annahme von Labrador in dem Gestein würde ja noch mehr Kieselsäure übrig bleiben."

Nach der mikroskopischen Untersuchung meinerseits ist das Gestein ein typischer Pyroxen-Andesit mit pilotaxitischer Grundmassenansbildung, welcher neben monoklinem Augit auch viel Hypersthen als Einsprenglinge führt. Der Feldspath erweist sich, wenig zonar gebildet, als Labrador. Freie Kieselsäure ist nicht ausgeschieden. Die Grundmasse besteht vorwiegend aus Plagioklas (Labrador) und Augit mit wenig Eisenerz.

II. Gestein (Pyroxen-Andesit) des Chimborazo, von A. v. Humboldt gesammelt, aus einer Höhe von 15 180 Fuss, analysirt von Abich.[1])

Abich folgerte aus seinen Resultaten das Vorhandensein von 73,89 % Albit und von glasigem Feldspath in dem Verhältniss 1 : 3.

III. Lava (Pyroxen-Andesit) von der Westseite des Chimborazo bei der Hacienda von Chuquipoquio oberhalb der Hochebene von Riobamba. Dieselbe bildet nahe dem Tambo von Chuquipoquio einen zusammenhängenden Strom von geringer Ausdehnung, welcher die älteren trachytischen Tuffe durchsetzt. Das Gestein wurde von Wagner[2]) gesammelt und von A. Schwager analysirt.[3])

Gümbel[4]) schreibt dazu: „Der beträchtliche Gehalt an Kieselsäure reiht dieses Gestein viel inniger an die trachytische Gruppe, als an die mehr basische basaltische, und spricht zu Gunsten der Annahme, dass hier eine trachytisch-andesitische Lava vorliegt, welche zum s. g. Angit-Andesit zu rechnen ist. Denn dieselbe besitzt ja auch ohnehin nahezu die gleiche Zusammensetzung, wie sie bei dem s. g. Augit-Andesit nach der Rammelsberg'schen Analyse (s. No. I.) sich zu erkennen giebt."

[1]) H. Abich: Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. Braunschweig 1841. p. 52—53. — cf. A. v. Humboldt: Kosmos IV. p. 627 und J. Roth: Gesteinsanalysen. Berlin 1861. p. 35. No. 20. F. Zirkel: Lehrbuch der Petrographie. Bonn 1866. II. p. 221.

[2]) M. Wagner: Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika. Stuttgart 1870. p. 460.

[3]) C. W. Gümbel: Nachträge zu den Mittheilungen über die Wassersteine (Enhydros) v. Uruguay etc. Sitz.-Ber. math.-phys. Klasse Akad. Wiss. München 1881. IX. p. 348. — cf. J. Roth: Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. Berlin 1884. p. 70. No. 8.

[4]) l. c. p. 349.

IV. Pyroxen-Andesit vom Chimborazo aus 17 916 Fuss Höhe. Analysirt von Sackur, mitgetheilt von Rammelsberg[1]).

V. Amphibol-Andesite von der Südostseite des Chimborazo aus einer Höhe von 13 600 Fuss. Gesammelt von M. Wagner, analysirt von A. Schwager.[2])

Es ist ein weissgranes, völlig trachytartiges Gestein, welches sehr dem bekannten Vorkommen vom Stenzelberg im Siebengebirge ähnelt. Neben Plagioklas und dunkelgrüner Hornblende führt es spärlich auch noch hellgrünen Angit und Magneteisen. Gümbel[3]) theilt ausserdem noch die Analyse des in Salzsäure löslichen Theiles mit:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 75,14 |
| $Al_2O_3$ | 4,64 |
| $Fe_2O_3$ / $FeO$ | 10,93 |
| $CaO$ | 4,35 |
| $MgO$ | 1,71 |
| $K_2O$ | Spur |
| $Na_2O$ | 1,78 |
| Glühverlust | 1,14 |
| | 99,69 |

sowie einzelner aus dem Gestein stammender Mineralien:

| | 1. | 2. |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 56,26 | 47,74 |
| $Al_2O_3$ | 27,26 | 9,35 |
| $Fe_2O_3$ | 0,68 | 3,53 |
| $FeO$ | — | 8,62 |
| $CaO$ | 8,97 | 9,45 |
| $MgO$ | 0,21 | 19,97 |
| $K_2O$ | 1,79 | 1,34 (K₂O, Na₂O, Glühverlust) |
| $Na_2O$ | 5,80 | |
| Glühverlust | 0,43 | |
| | 101,40 | 100,00 |

[1]) J. Roth: Gesteinsanalysen. Berlin 1861. p. 35 No. 19.

[2]) C. W. Gümbel: l. c. p. 340—342. — cf. J. Roth: Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. Berlin 1884. p. 68. No. 7.

[3]) ibid. p. 342—344.

1. Wasserheller Plagioklas. Dem Analysenbefund nach ist dieser Feldspath als „ein zum Labrador neigender Andesin“ zu bezeichnen.

2. Hornblende. Sie gehört „zu den Thonerde-haltigen, ziemlich Kieselsäurereichen Varietäten“.

VI. Pyroxen-Andesit, nahe der Schneegrenze, auf der Nordwestseite des Chimborazo, gesammelt von M. Wagner, analysirt von A. Schwager[1]).

Hellfarbiges, rauhes, trachytisches Gestein. U. d. M. enthält es in einer wasserhellen, glasigen Grundmasse zahlreiche Einsprenglinge von Plagioklas und Angit.

Die Analyse eines allerdings nicht ganz reinen Plagioklases aus demselben Gestein bestimmte denselben als einen Andesin von folgender Zusammensetzung:[2])

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 61,00 |
| $Al_2O_3$ | 22,00 |
| $Fe_2O_3$ | 2,00 |
| $CaO$ | 8,50 |
| $K_2O$ | 0,36 |
| $Na_2O$ | 6,92 |
| | 100,78 |

Ausserdem fand ich in der Litteratur noch Kieselsäurebestimmungen von zwei von Boussingault gesammelten Pyroxen-Andesiten vom Chimborazo, beide ausgeführt von Charles St. Claire-Deville. Der Gehalt an Kieselsäure beträgt in dem einen halbglasigen schwarzen Gestein 63,19 %, in dem anderen krystallinisch-dichten, grauen 62,66 %.[3]) Der Feldspath für sich in diesen Gesteinen hat einen Kieselsäuregehalt von 58,26 %. Wie Gustav Rose in dem Gestein, dem die Analyse I zu Grunde liegt, das Vorkommen freier Kieselsäure aus dem hohen $SiO_2$-Gehalt folgerte, so auch Deville: „Cet excès de silice se manifeste quelquefois par des grains isolés de quartz.“

---

[1]) C. W. Gümbel: l. c. p. 345. — cf. J. Roth: Beiträge zur Petrographie etc. Berlin 1884. p. 70. Nr. 7.

[2]) C. W. Gümbel: l. c. p. 346.

[3]) Ch. St. Claire-Deville: Comptes rendus 1859, 48. p. 16. — cf. A. v. Humboldt: Kosmos IV. 629. — J. Roth: Gesteinsanalysen. Berlin 1861. p. 35. No. 17a und b.

# NAMEN-

UND

# SACH-VERZEICHNISS.

I.

# Uebersicht

## der in den einzelnen Gebieten auftretenden Gesteine.

**1. Hochland von Tulcan bis Rio Chota** 4, 5.

Alte Gesteine 8—15, 62.

Glimmerschiefer 10, 62.
Gneiss 8, 62.
Quarzhornblende-Diorit 14, 62.

Junge Gesteine 16—60, 61—62.

Pyroxen-Andesit 18, 26, 30, 49, 50, 53, 56, 61—63.
Agglomeratlava 20.
Schlackentuff 21.
Amphibol-Pyroxen-Andesit 57.
Amphibol-Andesit 45, 54.
Amphibol-Dacit (?) 62.
Amphibol-Biotit-Dacit 57.
Marmorartiger Kalksinter 62.

**2. Piñan** 5.

Alte Gesteine 8—15, 64.

Diabas 14, 64.
Diabasporphyrit 15, 64.
Diorit 12, 64.
Kieselschiefer 64.

Junge Gesteine 16—60, 63—64.

Pyroxen-Andesit 18, 27, 63, 64.
Pipernoartige Lava 20.
Agglomeratlava 20.
Amphibol-Pyroxen-Andesit 63, 64.
Amphibol-Andesit 22, 40, 42, 55, 59.
Bimsstein 23, 52.
Amphibol-Biotit-Andesit 23—24, 55, 63, 64.
Amphibol-Pyroxen-Dacit 49, 63, 64.
Amphibol-Dacit 58.
Amphibol-Biotit-Dacit 25, 46, 58, 63.
Hornblende-Bimsstein 64.

**3. Cotacachi** 5—6.

Junge Gesteine 16—60, 64—67.

Pyroxen-Andesit 18, 19, 20, 27, 57, 60, 64, 65, 66, 67.
Amphibol-Pyroxen-Andesit 21—22, 58, 64, 66.
Amphibol-Andesit 22—23, 40, 42, 44, 64, 65, 66, 67.
Amphibol-Biotit-Andesit 30.
Amphibol-Dacit 26, 64, 66, 67.
Amphibol-Biotit-Dacit 54, 66.
Bimsstein 52, 65.
Einschlüsse: Sandsteine 60.

**4. Escaleras-Berge** 6—7.

Junge Gesteine 16—60, 67—68.

Pyroxen-Andesit 18—21, 29, 31, 49, 67, 68.
Amphibol-Pyroxen-Andesit 21—22, 42, 67, 68.
Amphibol-Andesit 67.
Amphibol-Pyroxen-Dacit 24, 44, 49, 67, 68.
Pipernoartige Lava 24.
Amphibol-Biotit-Dacit 57.

## II.

# Namen-Verzeichniss.

(Höhen in Metern nach W. Reiss und A. Stübel: Alturas tomadas en la República del Ecuador, Quito 1871 und 1873.)

**H.**

## Q.

## R.

T.

### U.



### V.



### W.



### Y.

## III.

# Sach-Verzeichniss.

(A. u. D. = Andesit und Dacit.)

## D.

## E.

## F.

## G.

M.

## Q.

**R.**

S.

**T.**

IV.

# Vorkommen

## der einzelnen Gesteine und Gesteinsvarietäten.

3. Vulkanische Gesteine.

Druck von J. Kerskes, Berlin C., Niederwallstr. 22.

# TAFELN

UND

# TAFELBESCHREIBUNGEN

# TAFEL VI.

## Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Quarzaugitdiorit, Geröll im Rio de la Moya zwischen Salinas und Guaranda. Strukturbild. p. 245 und 246.

Fig. 2. Diabas, Weg von Cunuc-yacu nach der Hacienda Llangagua. Eisblumenartige und sphärolithische Ausbildung des Pyroxens. p. 249.

Fig. 3. Quarzglimmerporphyrit von Cajabamba. Ausgezeichnete Zonarstruktur des Plagioklases. p. 253.

Fig. 4. Quarzglimmerporphyrit von Cajabamba. Ansiedlung neu gebildeten Glimmers um Hornblende. p. 254.

Fig. 5. Quarzglimmerporphyrit von Cajabamba. Ansiedlung neu gebildeten Glimmers um Eisenerz. Apatit mit stäbchenförmigen Einlagerungen. p. 255.

Fig. 6. Enstatitporphyrit, Geröll im Rio Trasquilas bei Simiátug. Augitzwilling nach $\infty P \bar{\infty}$ (100), $\perp \mathfrak{c}$, resp. nahezu $\perp \mathfrak{a}$ getroffen. p. 259.

Die Originalaufnahmen wurden nach den Dünnschliffen des Verfassers durch den Vertreter der Firma Carl Zeiss, Herrn Hänsel in Berlin, mittelst des Zeiss'schen grossen mikrophotographischen Apparats gemeinschaftlich mit dem Verfasser gemacht. Es wurden die folgenden Linsensysteme benutzt:

Fig. 1. Planar 35 mm.
Fig. 2. Apochromat 16 mm, Proj. ocular 2.
Fig. 3. Planar 70 mm.
Fig. 4. Objektiv *aa*, Proj. ocular 2.
Fig. 5. Apochromat 16 mm, Proj. ocular 2.
Fig. 6. Apochromat 16 mm, Proj. ocular 2.

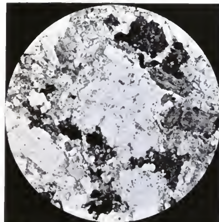


*Fig. 1.*

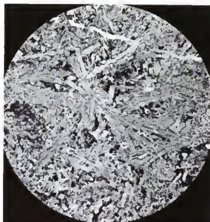


*Fig. 2.*

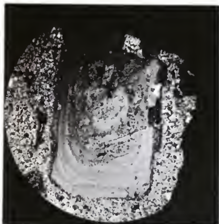


*Fig. 3.*

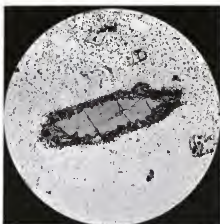


*Fig. 4.*

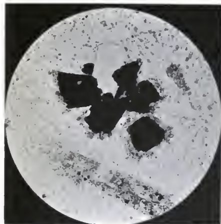


*Fig. 5.*

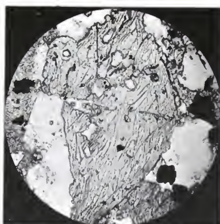


*Fig. 6.*

# TAFEL VII.

## Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Pyroxen-Andesit, Gletscherschnitt, Hondon de Llamacorral, Chimborazo. Zonar opalisirter Plagioklas. p. 268.

Fig. 2. Pyroxen-Andesit, Schutthalde, Tarugacorralgletscher, Chimborazo. Durchkreuzungszwilling von Hypersthen nach $\frac{1}{3}$ P $\breve{\infty}$ (013). Die Vertikalaxen beider Krystalle bilden einen Winkel von c. 60° resp. 120°. p. 269.

Fig. 3. Amphibol-Pyroxen-Andesit, Hacienda Chiquicagua, Carihuairazo. Verwachsung zweier Hornblende-Krystalle parallel $\infty$ P (110). Zonare Hornblende: Dunkler Kern, hellerer Rand. p. 271.

Fig. 4. Pyroxen-Andesit, Hondon de Llamacorral, Chimborazo. Neubildung von Pyroxen durch Resorption aus Hornblende unter Formerhaltung derselben. Randlich und von Querrissen aus opalisirter Augit. p. 271.

Fig. 5. Feldspathbasalt, Yana-urcu de Calpi. Eisenglanz in maschigem, zartem Gewebe im Olivin. p. 286.

Fig. 6. Feldspathbasalt, Yana-urcu de Calpi. Maschenartige Eisenerzausscheidung im Olivin. Dieser ist bis auf spärliche Reste völlig verschwunden. p. 286.

Es wurden folgende Linsensysteme benutzt:

Fig. 1. Apochromat 3 mm 0,95, Proj. ocular 2.
Fig. 2. Planar 19 mm.
Fig. 3. Apochromat 16 mm.
Fig. 4. Apochromat 8 mm, Proj. ocular 2.
Fig. 5. Planar 19 mm.
Fig. 6. Planar 19 mm.

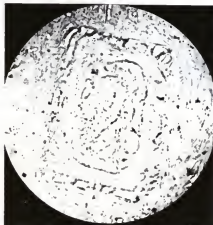
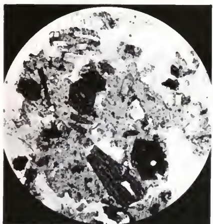
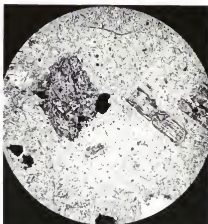
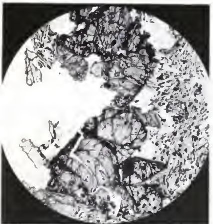
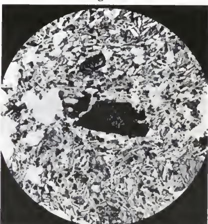

*Fig. 7.*


*Fig. 8.*


*Fig. 9.*


*Fig. 10.*


*Fig. 11.*


*Fig. 12.*




DIE

# GESTEINE DER ECUATORIANISCHEN WEST-CORDILLERE

## VON TULCAN BIS ZU DEN ESCALERAS-BERGEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VON DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT DER FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

GENEHMIGT

UND NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN ÖFFENTLICH ZU VERTHEIDIGEN

AM 16. NOVEMBER 1892

VON

MAX BELOWSKY

AUS BERLIN

OPPONENTEN:

HERR FRITZ WAGNER, CAND. THEOL.
HERR PAUL SIEPERT, SCHULAMTSCANDIDAT.
HERR RICHARD HERZ, DR. PHIL.

BERLIN

DRUCK VON J. KERSKES

1892.

J. KERSKES in BERLIN




W. REISS UND A. STÜBEL: REISEN IN SÜD-AMERIKA



DAS

# HOCHGEBIRGE

DER

# REPUBLIK ECUADOR

I

## PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

1. WEST-CORDILLERE

BEARBEITET IM

MINERALOGISCH-PETROGRAPHISCHEN INSTITUT
DER UNIVERSITÄT BERLIN

LIEFERUNG 2.
MIT 3 TAFELN

BERLIN
VERLAG VON A. ASHER & CO.
1893

# INHALT DER DRITTEN LIEFERUNG.

(Schluss von Band I.)



*Titel, Vorwort und Inhaltsverzeichniss des ersten Bandes liegen bei.*

Aus der Sammlung:

W. REISS UND A. STÜBEL, REISEN IN SÜD-AMERIKA

erschienen ausser der vorliegenden Lieferung bis jetzt im unterzeichneten Verlage die folgenden Monographien:

**Das Hochgebirge der Republik Ecuador.** I. Petrographische Untersuchungen. 1. West-Cordillere. Bearbeitet im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin.
Lieferung 1 mit 2 Tafeln. 140 Seiten gr. 4°. 1892. geh. Preis 10 Mark.
" 2 " 3 " 84 " " " 1893. " " 8 "
II. Petrographische Untersuchungen. 2. Ost-Cordillere. Bearbeitet im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin. Lieferung 1. Mit 3 Tafeln. 60 Seiten nebst 3 Tafelbeschreibungen gr. 4°. 1896. geh. Preis 6 Mark.

**Geologische Studien in der Republik Colombia.** I. Petrographie. 1. Die vulkanischen Gesteine. Bearbeitet von **Richard Küch.** Mit 9 Tafeln in Lichtdruck. XIV und 204 Seiten gross 4°. 1892. geheftet. Preis 20 Mark.
III. Astronomische Ortsbestimmungen. Bearbeitet von **Bruno Peter.** XXII und 328 Seiten gr. 4°. 1893. geheftet. Preis 22 Mark.

**Lepidopteren,** gesammelt auf einer Reise durch Colombia, Ecuador, Perú, Brasilien, Argentinien und Bolivien in den Jahren 1868—1877 von **Alphons Stübel.** Bearbeitet von **Gustav Weymer** und **Peter Maassen.** Mit 9 colorirten Tafeln. VI und 182 Seiten gr. 4°. 1890. Halbleinewandband. Preis 30 Mark.

---

Ferner erschien im unterzeichneten Verlage:

**Das Todtenfeld von Ancon in Perú.** Ein Beitrag zur Kultur und Industrie des Inca-Reiches. Nach den Ergebnissen eigener Ausgrabungen von **W. Reiss** und **A. Stübel.** Mit Unterstützung der General-Verwaltung der Königlichen Museen in Berlin. 141 Tafeln in Farbendruck mit Text. 3 Bände gross-folio. 1880—1887. In Leinewandmappen. Preis 420 Mark.

**Die Vulkanberge von Ecuador,** geologisch-topographisch aufgenommen und beschrieben von **Alphons Stübel.** Mit einer Karte des Vulkangebietes in 2 Blättern. XXI und 556 Seiten gross 4°. cart. Preis 42 Mark.

Unter den Linden 13,
BERLIN W.

**A. ASHER & C<sup>o</sup>.**

J. KERSKES in BERLIN

| DATE DUE | BORROWER'S NAME |
|---|---|
| | |
| | |
| | |

DATE DUE

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

GAYLORD PRINTED IN U.S.A.